3e Série, t. XIII. — 1885. — No 2.



BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

(CETTE SOCIÉTÉ, FONDÉE LE 17 MARS 1830, A ÉTÉ AUTORISÉE ET RECONNUE COMME ÉTABLISSEMENT D'UTILITÉ PUBLIQUE, PAR ORDONNANCE DU ROI DU 3 AVRIL 1832.)

TROISIÈME SÉRIE

TOME TREIZIÈME

Feuilles 5-9 (17 Nov. — 15 Déc. 1884).

Planches VI et VII

PARIS
AU SIÈGE DE LA SOCIÉTÉ
Rue des Grands-Augustins, 7
1884 A 1885

Le Bulletin paraît par livraisons mensuelles.
MARS 1885

EXTRAIT DU RÈGLEMENT CONSTITUTIF DE LA SOCIÉTÉ

APPROUVÉ PAR ORDONNANCE DU ROI DU 3 AVRIL 1833

ART. III. Le nombre des membres de la Société est illimité (1). Les Français et les Étrangers peuvent également en faire partie. Il n'existe aucune distinction entre les membres.

ART. IV. L'administration de la Société est confiée à un Bureau et à un Conseil, dont le Bureau fait essentiellement partie.

ART. V. Le Bureau est composé d'un président, de quatre vice-présidents, de deux secrétaires, de deux vice-secrétaires, d'un trésorier, d'un archiviste.

ART. VI. Le président et les vice-présidents sont élus pour une année ; les secrétaires et les vice-secrétaires, pour deux années ; le trésorier, pour trois années ; l'archiviste, pour quatre années.

ART. VII. Aucun fonctionnaire n'est immédiatement rééligible dans les mêmes fonctions.

ART. VIII. Le Conseil est formé de douze membres, dont quatre sont remplacés chaque année.

ART. IX. Les membres du Conseil et ceux du Bureau, sauf le président, sont élus à la majorité absolue. Leurs fonctions sont gratuites.

ART. X. Le président est choisi, à la pluralité, parmi les quatre vice-présidents de l'année précédente. Tous les membres sont appelés à participer à son élection, directement ou par correspondance.

ART. XI. La Société tient ses séances habituelles à Paris, de novembre à juillet (2).

ART. XII. Chaque année, de juillet à novembre, la Société tiendra une ou plusieurs séances extraordinaires sur un des points de la France qui aura été préalablement déterminé. Un Bureau sera spécialement organisé par les membres présents à ces réunions.

ART. XIV. Un *Bulletin* périodique des travaux de la Société est délivré gratuitement à chaque membre.

ART. XVII. Chaque membre paye : 1° un droit d'entrée, 2° une cotisation annuelle. Le droit d'entrée est fixé à la somme de 20 francs. Ce droit pourra être augmenté par la suite, mais seulement pour les membres à élire. La cotisation annuelle est invariablement fixée à 30 francs. La cotisation annuelle peut, au choix de chaque membre, être remplacée par le versement d'une somme fixée par la Société en assemblée générale (*Décret du 12 décembre 1873*) (3).

(1) Pour faire partie de la Société, il faut s'être fait présenter dans l'une de ses séances par deux membres qui auront signé la présentation, avoir été proclamé dans la séance suivante par le Président, et avoir reçu le diplôme de membre de la Société (*Art. 4 du règlement administratif*).

(2) Pour assister aux séances, les personnes étrangères à la Société doivent être présentées chaque fois par un de ses membres (*Art. 42 du règlement administratif*).

(3) Cette somme a été fixée à 400 francs (*Séance du 20 novembre 1871*).

TABLEAU INDICATIF DES JOURS DE SÉANCE

ANNÉE 1884-1885

Les séances se tiennent à 8 heures du soir, rue des Grands-Augustins, 7

Les 1er et 3e lundis de chaque mois.

Novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin
3	1	5	2	2	9*	4	1
		12			13		
17	15	26	23	16	20	18	15

* *Séance générale annuelle.*

La bibliothèque de la Société est ouverte aux Membres les lundis, mercredis et vendredis, de 11 à 5 heures.

En outre, lorsqu'on suit sur la rive droite de la Saône les alluvions préglaciaires, on voit celles-ci s'engager dans le vallon d'Ecully, puis dans ceux de Francheville et d'Oullins. Il semble donc démontré qu'un bras du Rhône quaternaire embrassait l'îlot gneissique qui porte Fourvière, Saint-Irénée, Sainte-Foy, et au sommet duquel on retrouve, sous les dépôts morainiques, les alluvions à quartzites du Pliocène supérieur.

Il paraît en avoir été de même du plateau, de toutes parts isolé, sur lequel, un peu plus au sud, s'élèvent les villages de Vourles, de Millery, de Charly, etc. Des environs de Pierre-Bénite, on peut en effet suivre les alluvions quaternaires jusqu'à Brignais et de là, par la vallée de Garon, jusqu'à Givors.

Le Rhône de nos jours est un bien modeste cours d'eau, comparé au grand fleuve préglaciaire, et les nombreux îlots qui émergent en amont comme en aval de Lyon, ne sont que de bien mesquins représentants des grandes îles de Saint-Irénée et de Charly; mais leur étude attentive suffit cependant pour faire accepter sans effort ces données topographiques sur les temps quaternaires, — données qui ne sont, d'ailleurs, qu'une amplification des traits actuels du paysage lyonnais.

M. **E. Fallot** donne quelques renseignements sur ses recherches dans les **étages moyens et supérieurs du Crétacé du Sud-Est de la France.**

Il décrit les différentes couches de cette formation dans la Drôme et dans une partie de la Vaucluse. Il a étudié en détail le bassin de Dieulefit déjà mentionné par MM. Lory et Reynès, et il insiste sur deux points principaux, savoir : sur les couches qui séparent l'Aptien du Cénomanien, étages difficiles à disjoindre dans l'est du département. Cependant à Vesc, M. Fallot a pu, sous la conduite de M. l'abbé Soulier, distinguer plusieurs zones intéressantes entre ces deux formations, représentées l'une par des marnes à *Belemnites semicanaliculatus*, et l'autre, par des calcaires marneux à *Am. varians*, etc. : la zone inférieure est formée de grès qu'il désigne sous le nom de *Grès sus-aptiens* et qu'il rattache à l'Aptien ; au-dessus, au quartier des Bruges, se trouve une petite couche de sable avec *Am. latidorsatus*, *subalpinus* et d'autres espèces voisines de l'*Am. agassizianus*, Pict. et de l'*Am. ventrocinctus*, Quenst., représentant probablement le Gault qui n'a jamais été signalé dans cette région ; enfin, immédiatement, sous les calcaires à *Am. varians*, on trouve des marnes noires remplies de Cérithes et contenant des *Turrilites Bergeri*, *gravesianus*, *tuberculatus* de très petite taille. Cette zone serait

pour lui la base du Cénomanien (Gaize). L'autre point a trait au grès vert qui forme les collines des Rouvières et des Jeannots; M. Fallot le divise en trois zones :

a. Zone inférieure très mince, à *Hemiaster* n. sp., voisin de l'*H. nucleus*, Desor.

b. { Grès vert d'herbe à Bryozoaires et *Cardium* n. sp.
Id. à *Am.* (*Buchiceras*) *Ewaldi* (1), de Buch et *Am. Czörnigi*, Redtenb.

c. Grès plus jaunâtres à Turritelles, Actéonelles et *Trigonia limbata*.

Grâce aux échantillons recueillis par M. Hébert et par lui, et surtout à l'extrême complaisance de M. Slizewicz qui a bien voulu lui communiquer sa collection, M. Fallot a pu faire une étude complète de cette faune, dont il a déterminé une soixantaine d'espèces.

La couche supérieure surtout est très riche en fossiles et renferme plusieurs espèces de grès d'Uchaux, ce qui explique l'assimilation faite anciennement par M. Lory. Mais cet auteur était bientôt revenu sur cette manière de voir et avait adopté la classification de Reynès qui les place dans la Craie de Villedieu. M. Hébert dans son tableau sur le terrain crétacé supérieur (2), leur attribue un niveau plus élevé.

Se basant sur ce que ces grès viennent bien au-dessus des calcaires blancs à *Micraster cortestudinarium* et en sont séparés par des calcaires marneux renfermant de curieuses empreintes (Château de Monjoux), puis par des grès ou des sables, dans lesquels on trouve l'*Inoc. Cripsi*, Mant., M. Fallot croit qu'il faudrait peut-être les rapprocher de la Craie à Bélemnitelles, ou du moins de la partie inférieure de celle-ci. Il serait en outre disposé à ranger dans le Danien les sables à lignites qui, à la Colline des Plattes, sont recouverts par un calcaire siliceux à *Planorbis pseudoammonius* (Éocène).

Après avoir montré que des grès à *Am. texanus* (*Am. quinquenodosus*, Redt.) se trouvent dans la forêt de Saou, dans la même position que ceux de Dieulefit, M. Fallot passe aux parties occidentales et méridionales de la Drôme; il montre l'aspect sableux du Cénomanien dans les environs d'Espeluche et de Rochefort, où le Gault serait représenté par des sables jaunes, analogues à ceux de Clansayes; il a trouvé à Allan, sous ces sables jaunes, des sables verdâtres à *Belemnites semicanaliculatus* surmontés par un grès à *Orbitolina lenticulata?* (faciès du Gard). Le Sénonien à *Micraster* est bien développé au Colombier, sur la route de Montélimar à Nyons.

Il décrit ensuite à Clansayes, au-dessus du Cénomanien, visible

(1) Cette espèce a été décrite par Thiollère sous le nom de *Ceratites Robini*.
(2) *Bull. Soc. Géol.*, 3e série, t. III, p. 595.

entre les fermes de Vignole et de Daniel, et bien étudié par M. Hébert (1), des grès à *Cardiaster* et *Echinoconus subrotundus*. Ce dernier fossile a été déjà cité plus au sud, au Pansier, par M. Lory. La localité la plus fossilifère visitée par M. Fallot se trouve aux environs de la ferme de Bès. Des lambeaux de Mollasse recouvrent le tout, mais, vers Monségur et à Solérieux, il a pu observer des couches de calcaire blanc qui semblent la continuation des précédentes et où M. Carez a recueilli l'*Hemiaster Leymeriei*. On a donc affaire à du Turonien.

M. Fallot s'étonne que ces grès à *Echinoconus* aient été placés au niveau du Valdonnien par M. de Sarran d'Allard, qui, dans un tableau publié récemment (2), ne cite dans la Drôme aucune couche supérieure au Cénomanien, sauf celle-là, tandis que le Crétacé supérieur y est bien développé.

Passant aux environs de Nyons, il rattache à l'époque des grès et sables de Dieulefit, des couches siliceuses à Turritelles d'espèces très variées, dans lesquelles M. Carez a cité l'*Am. alstadenensis* et la *Trigonia limbata* (3). M. Fallot y a trouvé plusieurs espèces des sables verts d'Aix-la-Chapelle (Z. de la *Belemnitella quadrata*). Au-dessus, dans des grès à lignites, il a vu, à la base du premier banc de combustible, un lambeau de marnes remplies d'Hippurites (*H. organisans?*). C'est le point le plus septentrional où il ait pu observer ces horizons spéciaux à la partie sud du bassin du Rhône.

Enfin, aux environs de Piolenc, il a pu constater la présence de deux bancs d'Hippurites : l'un (4), où l'*H. organisans* et le *Sphærulites mamillaris* dominent, est situé dans les sables supérieurs au grès de Mornas, l'autre se trouve près de la gare, au-dessus de la première couche ligniteuse qui surmonte le canal de dérivation du Rhône. Ce dernier niveau qui n'a que peu d'étendue renferme en abondance une Hippurite qui semble être une variété très canelée de l'*H. organisans*.

Le niveau inférieur, plus épais, vient se terminer au sud dans des grès grumeleux rougeâtres à *Ostrea plicifera;* le niveau supérieur, très mince, forme une lentille à la base de couches, qui, pour beaucoup d'auteurs, sont daniennes. Il n'y aurait rien d'impossible à ce que cette dernière couche soit du même âge que le niveau supérieur de Bagnols où, avec l'*Hipp.* cf. *organisans*, M. de Sarran d'Allard cite

(1) *Bassin d'Uchaux*, Ann. Sc. Géol., t. VI, p. 21.

(2) *Bull. Soc. Géol.*, 3e série, t. XII, p. 627.

(3) Note sur l'Urgonien et le Néocomien dans la vallée du Rhône, *Bull. Soc. Géol.*, 3e série, t. XI, p. 363.

(4) Ce sont les calcaires à *Hipp. cornuvaccinum* de MM. Hébert et Toucas (Bassin d'Uchaux., p. 98).

le *Sphærulites cylindraceus* et l'*Hipp. radiosus*, espèces considérées comme dordoniennes.

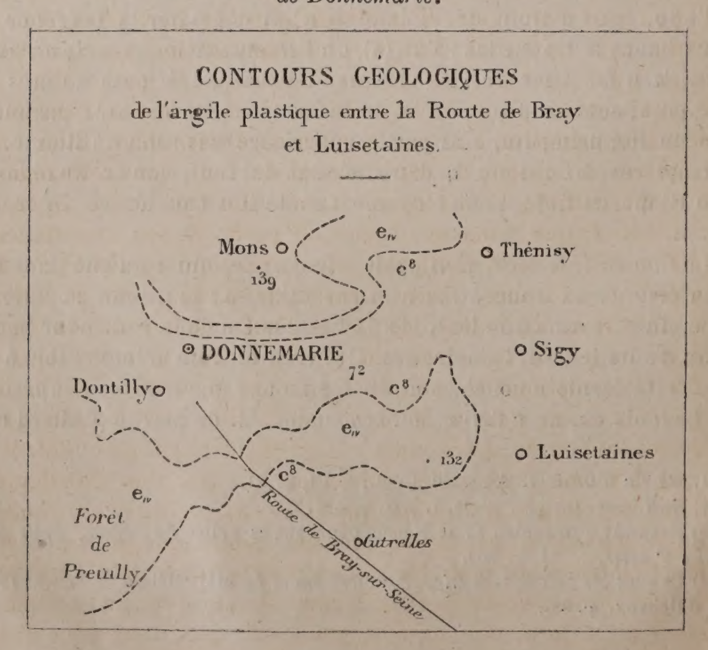
M. l'abbé G. Poirier fait la communication suivante :

*Rectification des contours de l'*Argile plastique *sur la Feuille géologique de* Provins

Par M. l'abbé **Poirier.**

Dans la séance du 5 novembre 1883, je signalais à la Société un *lambeau* de sables de l'argile plastique, au sommet d'un mamelon boisé (cote 132), qui domine les villages de Sigy et de Luisetaines. Je considérais alors cette formation comme un simple témoin, isolé à la surface de la craie. De nouvelles recherches m'ont permis de relier à leurs congénères de la forêt de Preuilly les sables de Sigy, et la petite carte ci-jointe reproduit assez fidèlement les sinueux contours de ce terrain nouvellement reconnu et désormais acquis au profit du tertiaire éocène, sur une longueur de plus de deux mille mètres.

Fig. 1. — *Limites de la Craie et de l'Argile plastique dans les environs de Donnemarie.*



La ligne de partage des affleurements de la Craie et du groupe argilo-sableux ne suit pas, tant s'en faut, une même courbe de niveau. Elle s'en écarte même sensiblement sur quelques points. Cela tient aux inégalités d'allure de la surface crayeuse qui s'enfonce très rapidement pour se relever non moins brusquement.

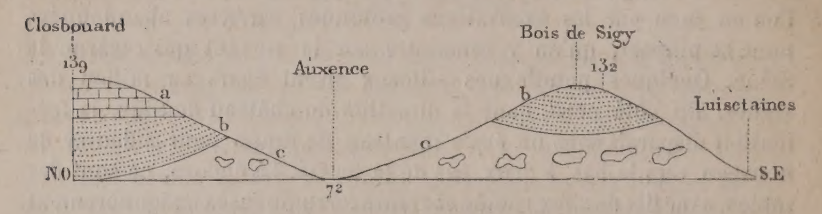
Voici d'ailleurs comment se répartissent à la superficie du sol les différents termes de la formation plastique dans cette région. Dans les bois de Sigy, les sables sont à nu et paraissent très puissants, si l'on en juge par les excavations profondes, carrières abandonnées pour la plupart, qu'on y rencontre sur le versant qui regarde la Seine. Quelques poudingues siliceux gisent épars au milieu des vignes. Du côté nord, dans la direction du château de Sigy, la formation disparaît sous un épais manteau de limon pour affleurer de nouveau vers le bas, à deux pas de la ferme. Là encore, ce sont des sables, avec lits de silex roulés et veines ferrugineuses irrégulièrement disposées.

Sur une autre éminence mamelonnée, couronnée par un petit bois, à l'ouest de la précédente, on observe, au nord, des sables et des grès siliceux lustrés, en blocs volumineux. On en voit un bel exemplaire dans une ancienne carrière peu profonde, dont les abords sont dissimulés par d'épaisses touffes de genêts et d'ajoncs. Celui-là peut avoir plus d'un mètre d'épaisseur ; c'est un bloc triangulaire, d'environ trois mètres de côté, et probablement incomplet, autant qu'on en peut juger par les cassures latérales. Les roches dont je parle paraissent en place, ou du moins se trouvent encore dans leur horizontalité primitive, à la partie supérieure des sables. Elles ont été naguères, à l'époque du défrichement des bois, dans cette région maintenant cultivée, l'objet d'une exploitation très active. Je crois donc volontiers que la masse a beaucoup perdu de son importance. Du côté opposé, la formation passe à des argiles qui auraient près de dix mètres de puissance. Tout cet ensemble se relie, sous un limon fertile, au plateau du Ralloy, de part et d'autre de la route de Bray.

Comme on le voit, là se trouvent réunis, et dans un court espace, tous les éléments dont se compose le groupe si variable de l'*argile plastique*, du moins dans le Montois : galets siliceux et poudingues, argiles, sables et grès. Les coupes y font malheureusement défaut ; il est par là même impossible, autrement que par voie d'analogie, d'établir une relation stratigraphique entre des roches hétérogènes, qui de prime-abord paraissent accolées plutôt que superposées. D'ailleurs, il est assez probable et l'on peut affirmer que l'érosion quaternaire a bouleversé superficiellement et enlevé sur une certaine épaisseur cette formation que ne protégeait pas, tout nous l'in-

dique, la masse du calcaire lacustre. C'est même au relèvement de la craie sur les bords que nous devons attribuer en partie la conservation des sables dans ces parages. Quant au travertin, s'il a jamais existé sur ce point, il n'en reste pour sûr aucun vestige à la surface du sol. La coupe suivante dirigée obliquement, du nord-ouest au

Fig. 2. — *Coupe de la vallée de l'Auxence.*



a. Calcaire lacustre.
b. Sables et argile plastique.
c. Craie avec silex.

sud-est, au travers de la vallée de l'Auxence, montre comment l'argile plastique descend bientôt des hauteurs de Sigy pour disparaître avec la craie sous l'épaisseur du travertin, qu'elle avait circonscrit jusque-là. Outre la relation des roches sur les deux versants opposés de la vallée, la figure met en évidence le mouvement et l'allure du premier groupe tertiaire par rapport aux formations d'âge plus récent. Je donnerai, d'ailleurs, à ce sujet, de plus amples détails dans ma seconde communication.

M. l'abbé G. Poirier fait ensuite la communication suivante :

Sur l'allure et la composition de l' **Argile plastique** *dans le* **Montois**

par M. l'abbé Poirier.

De Montereau à la Traconne, vaste forêt au sud-ouest de Sézanne, s'étend la falaise du Montois, qui s'abaisse rapidement à la Seine. Les vallées de l'Auxence, de la Voulzie et de la Villenauxe, sans compter d'autres vallées secondaires, la découpent largement, en y ouvrant de profondes échancrures. Une terrasse élevée, légèrement inclinée vers le fleuve, relie cette chaîne de collines aux plaines de la Brie. Haute de 125 mètres à Surville (sables miocènes), elle atteint

208 mètres au château de Bethon (calcaire de Brie) et 207 mètres à Fontaine-Denis (argile plastique).

La craie blanche en forme le soubassement et s'élève de plus en plus dans les coteaux, à mesure qu'on s'avance vers l'est. Mais bien que son allure générale se résume dans un relèvement très marqué vers le bord oriental du bassin tertiaire, on la voit affleurer à des niveaux très divers, dans des limites souvent restreintes. L'étage, ou mieux le groupe si complexe de l'*argile plastique* vient s'appliquer directement sur la surface ravinée de la craie, soit par manière de remplissage au fond des poches et des cavités de celle-ci, soit en venant s'adosser aux flancs redressés de la masse crayeuse, plus rarement en nappes horizontales. Il ne faut donc pas s'étonner de rencontrer l'argile plastique à des altitudes tout aussi variables que la craie, dans une région même très limitée et sur des points très voisins l'un de l'autre. Or, en même temps que se déposaient l'argile et les éléments inséparables qui l'accompagnent, une sorte de nivellement s'opérait qui préparait au calcaire lacustre une surface de dépôt plus régulière et moins tourmentée, quoique partageant encore avec la précédente formation l'inclinaison d'ensemble vers le centre du bassin. Cette inclinaison ne tarde pas à s'accentuer au voisinage immédiat du plateau de la Brie, du sud-est au nord-ouest.

Le Montois est donc une région merveilleusement propre à l'étude spéciale et comparée de l'argile plastique, tant au point de vue de l'allure que sous le rapport de la composition du groupe que ce nom représente. L'allure s'y révèle, on vient de le voir, par une foule de faits facilement observables, mais trop bien connus maintenant pour que j'insiste davantage sur ce point.

De Sénarmont et Leymerie, le premier dans Seine-et-Marne, le second dans l'Aube, ont étudié avec soin la composition si variable de l'argile plastique. Il semble difficile de mieux dire et surtout de dire plus vrai. Les détails sont précis et abondants, et les ouvrages publiés par ces deux géologues sont un guide précieux et sûr pour ne pas s'égarer dans le dédale des premiers sédiments tertiaires du Montois. Je rappellerai toutefois que de Sénarmont a mieux saisi, à mon sens, et plus nettement démontré la *subordination* des argiles par rapport aux sables, qui sont assurément le terrain prépondérant, l'élément essentiel et primordial de toute la formation. Leymerie voit dans les sables et les argiles deux roches à peu près contemporaines, mais ne se prononce pas sur la question de prédominance.

Les trois feuilles de Provins, Sens et Arcis comprennent dans leur ensemble toute la région du Montois. Au point de vue qui nous occupe, la première le cède aux deux autres en clarté et en exactitude.

Tout en maintenant dans son unité première le groupe indivisible de l'argile plastique, la notice de Provins glisse rapidement sur cette formation. Les travertins de tout âge absorbent une colonne entière ; à vrai dire, ils couvrent une grande partie de la feuille et je me plais à reconnaître que la description en est plus que complète, surtout au point de vue stratigraphique. Il me semble pourtant que l'argile plastique avait droit à quelque chose de plus qu'une mention laconique, à peine suivie des indications les plus essentielles. La concision est une qualité chez le savant, à la condition de ne pas nuire à la clarté. Il ne saurait être permis non plus d'omettre des faits palpables et positifs, quand on en affirme qui sont pour le moins douteux et contestables. La question des origines de l'argile plastique est encore très controversée. Ne fallait-il pas essayer d'éclairer le point en litige, relever certains détails, noter des faits qui ne peuvent passer inaperçus, faire voir, en un mot, comment s'ordonnent et se disposent entre eux tous les termes de la formation ? Il ne pouvait suffire d'énumérer brièvement, dans l'ordre habituel de leur superposition quelques-uns des éléments connus ou supposés de l'assise : grès lustrés, argiles, sables *kaoliniques ?*, *conglomérat de silex dans une argile ferrugineuse ?* Déjà nous savions par de Sénarmont que les argiles forment au milieu des sables des *subordonnées*. Pourquoi laisser perdre une indication aussi précieuse, maintes fois vérifiée sur place? Il est vrai que le savant ingénieur, dont j'invoque l'autorité, veut que les bancs d'argile soient ordinairement rassemblés en deux groupes, séparés par une grande épaisseur de sables. J'ai bien vu des sables puissants entre deux lits d'argiles sableuses, notamment dans le vallon qui descend de Mons à Thénisy. Dans tous les cas, je ne crois pas qu'on puisse généraliser cette règle du *dédoublement*. Il est encore vrai que les argiles proprement dites n'obéissent, dans leur distribution sur le parcours de la falaise, à aucune loi déterminée, et que par suite l'inégale répartition de l'élément plastique concentre au hasard sur tel ou tel point des richesses naturelles qui sont ailleurs disséminées ou échelonnées de loin en loin. — Montpotier et Salins, aux deux extrémités de la feuille, sont un exemple de ces amas spécialement localisés. — Le principe de la *subordination* n'en demeure pas moins acquis ; et l'honneur en revient de droit à l'ingénieur de Sénarmont.

On pouvait encore aller plus loin et distinguer les terres chimiquement pures des terres communes et grossières. Un fait digne de remarque, c'est la position presque invariable de la *terre de pipe* ou *terre à faïence* au sein des argiles vulgaires, bonnes pour tuiles et poteries.

La masse exploitable de l'argile vraiment plastique perd de sa puissance en diamètre à partir d'une certaine profondeur, qui varie bien entendu d'une région à l'autre. En somme, la précieuse matière industrielle, aisément reconnaissable à ses caractères extérieurs et physiques, se concentre inférieurement vers un point donné, qui devient en quelque sorte le sommet d'un cône renversé, dont la base tantôt plus, tantôt moins dilatée, est elle-même recouverte par une glaise devenant de moins en moins riche en alumine. Cette singulière disposition est bien connue des ouvriers, qui la caractérisent du nom significatif de *pot*, *poche* ou *cuvette*. On suppose volontiers que la seule argile blanche est réfractaire et susceptible de servir pour la faïence. Je connais des terres brunes foncées qui blanchissent au feu, et le cas n'est pas rare (Cessoy, Montpotier).

De Sénarmont, dans sa description de Seine-et-Marne, cite à la base des argiles, aux environs de Provins, des lignites pyriteux à ossements et coquilles. J'ai moi-même observé à Cessoy, sous la terre à faïence et superposé à des sables ferrugineux, un lit remarquable d'argile noirâtre, ligniteuse et feuilletée. La structure schisteuse est due à la présence d'innombrables empreintes végétales très bien conservées. La matière organique des feuilles paraît même n'avoir subi qu'une légère décomposition. Quant au tissu ligneux, il n'a guère laissé qu'un résidu friable et de nature terreuse. On retrouve également ces empreintes jusque sur les sables du fond. De même au hameau de Laval, près Donnemarie, dans la pittoresque vallée de l'Auxence, on observait, il y a peu d'années, des faits analogues, dans une exploitation de terre à faïence pour la manufacture de Montereau. A Merlange, près de cette dernière ville, on a vu pareillement des troncs d'arbres en place, qui malheureusement tombaient en poussière au moindre choc et même au seul contact de l'air. De tous ces faits la notice de Provins ne dit mot. Tout au moins devait-elle signaler, après de Sénarmont, les lignites pyriteux de Provins.

Il n'était pas moins important de montrer comment la formation plastique passe en général, vers le bas, à des argiles ferrugineuses, contenant du fer limonite en nodules mamelonnés, en concrétions terreuses. A Montpotier, on a même trouvé, suivant Leymerie, des moules de Paludines complètement hydroxydés. Est-ce de l'argile ferrugineuse en question que veut parler la notice, à propos du conglomérat de silex ? Pour ma part, je considère cette formation comme tout à fait indépendante du conglomérat. Je n'en veux pour preuve que la coupe suivante, prise à gauche de la route de Donnemarie à Closbouard :

1° Calcaire lacustre en moellons.

2° Argile grise exploitée pour tuileries, veinée de rouge lie de vin, puissante d'environ 7 mètres.

3° Argile jaunâtre, avec minerai de fer (limonite), ayant un mètre d'épaisseur. On ne trouve à ce niveau aucune trace de silex.

J'arrive aux sables, qui sont, nous l'avons vu, l'élément essentiel et de beaucoup le plus répandu dans le vaste ensemble de la formation, et je crois qu'il y a lieu d'y reconnaître trois niveaux nettement caractérisés : 1° Les sables supérieurs, généralement fins, quartzeux, de plus en plus marneux vers le haut au contact du calcaire lacustre; 2° Les sables moyens, fins ou grossiers, souvent argileux au voisinage des glaises, quartzeux et grisâtres, mouchetés de points noirs, petits grains anguleux de silex. La stratification rarement horizontale, parfois inclinée à deux versants, très souvent enchevêtrée, en est bien accusée par des veines ferrugineuses et mieux encore par les lignes plus foncées de silex; 3° Enfin, les sables inférieurs, plus grossiers, à stratification confuse et dirigée dans tous les sens et sous des angles très divers, à deux éléments (quartz et silex) comme les précédents. Les sables de ce niveau sont riches en fer hydroxydé sous forme de grès en plaquettes, ou de géodes, dont les parois internes sont tapissées de poussière d'oligiste, ce qui prouve que l'hydratation n'est que superficielle. On y trouve encore, couchés dans le plan de stratification, des bois flottés silicifiés et ferrugineux. Vers le bas commencent à se montrer les galets noirs dont je vais parler tout à l'heure.

La notice de Provins ne cite, à la vérité, que les sables moyens, associés aux argiles. Elle y reconnaît bien les deux éléments, le quartz *en grains arrondis dans une gangue kaolinique* et les fragments de silex. Mais d'abord je ferai remarquer que les sables en question sont en majeure partie composés de quartz en grains anguleux, et que quartz et silex sont intimement mélangés. Quant à la gangue kaolinique, l'assertion est peut-être téméraire. Sans doute la feuille fait allusion à des sables argileux laissant aux doigts une matière blanche et savonneuse. Est-il prouvé que cette matière soit du kaolin, qu'elle ait, en d'autres termes, une origine directement feldspathique? S'il en est ainsi, nos sables sont eux-mêmes granitiques et nous sommes en présence d'une masse éruptive. Pourquoi donc, alors, le mélange intime de silex? Pourquoi la stratification si évidente, bien qu'irrégulière? En tous cas, la gangue argileuse, ou supposée kaolinique, n'est qu'un pur accident, puisque bien souvent les sables sont exempts de toute matière étrangère.

Les sables du niveau supérieur ont donné lieu à des grès d'une

extrême dureté et d'un volume souvent énorme. Le ciment siliceux qui les agrège est quelquefois mélangé d'un peu d'argile, dit M. de Sénarmont. Dans ce cas, ils perdent en partie l'éclat brillant et lustré qui d'ordinaire les distingue. Ils prennent même des teintes rougeâtres et pourprées comme les argiles. Les grès, lustrés ou non, de ce niveau sont bien connus sous le nom de grès *bâtards* ou *cliquarts*, aux environs de Provins et de Villenauxe, où ils sont exploités pour ferrer les routes. Tels sont encore les grès *sauvages* de Champagne, irrécusables témoins de l'extension tertiaire sur ce vaste théâtre de dénudation et d'érosion, à moins qu'on ne les considère avec certains géologues comme des blocs erratiques ou de transport.

Jusqu'ici tous les auteurs qui ont écrit sur Provins et les régions voisines n'ont pas omis de citer les grès lustrés de l'argile plastique. Mais, à ma grande surprise, pas un n'a mentionné des roches minéralogiquement identiques, quoique d'un aspect tout différent. Ce n'est pas que les roches dont je parle soient une exception, une quantité par conséquent négligeable. On les rencontre partout, éboulées sur les flancs et jusqu'au fond des vallées; on les retrouve en place immédiatement au-dessous des travertins, dans les marnes sableuses de passage. Ce sont des *conglomérats* rugueux et grossiers, faits de fragments mal roulés et fortement consolidés de grès dur et grisâtre, ou teint des couleurs vives de l'argile plastique, tout comme les grès eux-mêmes. Bien plus, on en retrouve les éléments dissociés, sous forme de graviers incohérents, au contact des marnes lacustres. Évidemment ils proviennent d'un remaniement partiel des sables et grès supérieurs de la même formation. Leur dureté caractéristique leur a valu dans la contrée un nom dont l'euphonie laisse peut-être à désirer; on les appelle vulgairement pierres *carnasses*. N'est-il pas intéressant de recueillir ici la preuve certaine d'une transition brusque et presque violente entre le dépôt des argiles et celui des travertins? C'est du moins la leçon qui se dégage, avec toutes les apparences de la certitude, de la considération des grès remaniés de l'argile plastique.

Après cette restitution d'un fait important dans l'histoire de l'argile plastique, j'ai hâte d'arriver aux galets et poudingues siliceux de la base. Leymerie, de Sénarmont, les feuilles de Sens et d'Arcis n'ont pas négligé ce dépôt caractéristique des formations littorales. La notice de Provins a-t-elle voulu l'indiquer à son tour en mentionnant un conglomérat de silex dans une argile ferrugineuse? Je n'en suis pas convaincu. La formule, si précise qu'elle en ait l'air, est en désaccord avec les faits. Sans aller jusqu'à prétendre que le conglomérat dans l'argile soit une fiction, je ne rougis pas d'avouer que je ne l'ai

pas encore vu. S'il existe quelque part, ce que j'admets volontiers, il n'a pas, ce me semble, un caractère tel d'universalité qu'on lui accorde la priorité sur un dépôt bien autrement capable de fixer l'attention. Mais supposons un instant que le conglomérat s'applique justement aux galets et poudingues dont je veux parler. La formule donnée reste incertaine et contient une erreur. Elle est incertaine, car on se demande encore si les silex du conglomérat sont anguleux ou roulés, cimentés ou incohérents. Elle est erronée, car j'ai peine à trouver les poudingues dans l'argile. Çà et là, de Montereau à Villenauxe et au delà, sur toute la périphérie du Montois, je vois surgir des amas considérables de galets noirs légèrement aplatis, de forme elliptique. Dans cette masse incohérente se sont formés des poudingues dont la pâte, lustrée comme celle des grès supérieurs, est parfois infiltrée d'un ciment ferrugineux. Comment des grès, tels que ceux qui consolident ces blocs, auraient-ils pris naissance dans un milieu autre que des sables ? Quant aux galets non cimentés, ils sont eux-mêmes enveloppés dans une gangue sableuse, ainsi qu'on peut s'en assurer au-dessus de Parouseau, sur le plateau du Ralloy. Le poudingue de l'argile plastique n'a donc pas d'autre lieu d'origine que les sables inférieurs dont j'ai parlé plus haut.

Je bornerai là mes observations relativement à la feuille de Provins. Je n'ai plus qu'à me résumer brièvement, en donnant ici, d'après mes recherches personnelles, la formule de l'argile plastique, ce nom étant pris comme désignation stratigraphique d'un groupe où l'argile n'est, à vrai dire, qu'un faciès de toute la formation. L'étage ainsi nommé est essentiellement composé, dans le Montois, comme il suit :

1° A la partie supérieure, sables et grès lustrés ; conglomérats dont les éléments, fortement consolidés ou même incohérents, sont empruntés aux grès précédents remaniés.

2° Sables quartzeux stratifiés, mouchetés de grains noirs de silex, au milieu desquels des argiles blanches, brunes ou panachées forment des subordonnées.

3° Lignites pyriteux à ossements et coquilles, argiles feuilletées à empreintes végétales, argiles ferrugineuses, le tout également subordonné.

4° Sables ferrugineux de quartz et de silex, renfermant à la base des galets et poudingues siliceux, en bancs discontinus.

Je crois inutile de rappeler, en terminant, que si les éléments de l'argile plastique se succèdent vraisemblablement dans l'ordre chronologique ci-dessus, d'innombrables lacunes viennent trop souvent jeter le trouble dans l'enchaînement stratigraphique.

Séance du 1er *Décembre* 1884.

PRÉSIDENCE DE M. PARRAN.

M. E. Fallot, vice-secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Le Président proclame membres de la Société :
MM. Chibret, à Aurillac, présenté par MM. Sayn et Rames ;
Girandier, à Paris, présenté par MM. Michelot et Dorry.

Il annonce ensuite une présentation.

M. **Hébert** fait la communication suivante :

Chargé par madame veuve Lagrange de remettre à M. le Président un titre de 30 francs de rente 3 0/0 pour que le nom de M. le **Dr Lagrange**, décédé le 30 avril dernier, soit inscrit sur la liste des *Membres à perpétuité* de la Société géologique de France, je ferai remarquer que M. Lagrange a été, pendant 27 années, membre de la Société, aux travaux de laquelle il s'est toujours vivement intéressé. Il a enrichi la science d'un certain nombre de faits intéressants : c'est ainsi que les collections de la Sorbonne lui sont redevables de magnifiques plaques de grès infrà-liasiques, sur lesquelles se montrent ces empreintes d'une régularité si singulière que MM. de Saporta et Marion ont décrites et figurées (1) sous le nom de *Laminarites Lagrangei*. Le même grès porte d'autres empreintes très nettes, analogues à des pas d'oiseaux, et dont les collections de la Sorbonne sont encore redevables à M. Lagrange.

Je me fais un devoir de signaler cette découverte, à laquelle la

(1) De Saporta et Marion, *L'évolution du règne végétal*, 1881.

Des empreintes identiques ont été signalées depuis longtemps dans le Grès des Vosges (Daubrée, *Descrip. géol. et minér. du Bas-Rhin*, Strasbourg, 1852, p. 95, pl. 1, fig. 20). M. de Saporta considère ces empreintes comme produites par des algues ; M. Daubrée les trouve semblables aux rides qui se produisent jour, nellement sous des eaux peu rapides et peu profondes, que plisse le souffle du vent.

Je dois dire qu'au mois d'août dernier, j'ai remarqué, à Granville (Manche) près de La Roche-Gauthier, à marée basse, que la plage argilo-sableuse, en ce lieu presque horizontale, était, après le retrait de la vague, couverte de rides semblables à celles que figurent MM. Daubrée et de Saporta.

modestie de M. Lagrange l'a empêché de donner lui-même de la publicité.

Le Président se fait l'interprète des sentiments de reconnaissance de la Société pour le don fait par madame Lagrange.

Le Secrétaire donne lecture d'une lettre de M. **Garrigou** invitant les membres de la Société géologique à assister au Congrès international de climatologie et d'hydrologie de Biarritz, le 1er octobre 1885.

M. **Hébert** présente à la Société, de la part de M. **Ladislas Szajnocha**, Privat-docent à l'Université de Cracovie, un mémoire in-4° avec 4 planches sur des *Fossiles recueillis par le Dr Lenz sur la côte occidentale de l'Afrique du Sud* (Iles Elobi). Parmi ces fossiles, dont la plupart, mal conservés, sont indéterminables, M. Szajnocha a reconnu et figuré l'*Ammonites inflatus* et quelques autres formes voisines qui se rencontrent dans un grès fin, en couches horizontales, à quelques mètres seulement au-dessus du niveau de la mer. L'auteur rapporte ce grès à l'étage cénomanien.

Sur la côte du Gabon, ce grès est recouvert par une couche de 2 mètres d'un calcaire sableux rempli de fossiles (petits gastéropodes, bivalves, polypiers et foraminifères) qui n'ont point encore été déterminés spécifiquement.

M. **Delaire** offre à la Société, de la part du prince **Roland Bonaparte**, un volume intitulé : « *Les Habitants de Suriname à l'exposition d'Amsterdam.* » C'est une étude ethnographique, élégante et précise, sur les diverses populations de la Guyane hollandaise, indiens caraïbes, nègres des bois, nègres sédentaires, dont les représentants figuraient à l'Exposition de 1883. Les mensurations anthropologiques, appuyées de très nombreuses photographies, et les documents fournis par la discussion savante des meilleures sources se trouvent classés dans ce volume suivant un caractère méthodique que l'auteur compte appliquer à la monographie de groupes humains peu connus. La Géologie a naturellement sa part dans la description physique du territoire, et c'est pour cela que l'auteur prie la Société géologique d'accepter l'hommage de son travail.

Note sur un **Lehm fossilifère** *de la* **vallée de la Sorgue,** *près d'***Avignon,**

par M. **Viguier.**

J'eus, il a quelque temps, l'occasion d'observer dans la plaine de Carpentras un dépôt de marnes sableuses, très riches en débris coquillers terrestres ou d'eau douce, qu'il me paraît intéressant de signaler, si, comme je le crois, ces marnes n'ont pas encore été reconnues sur d'autres points de la région.

Ce gisement se trouve entre Avignon et Carpentras, à 1 kilomètre environ du village de Monteux et sur le chemin qui conduit de la grande route à la maison de campagne désignée sur la carte de l'état-major sous le nom de Barcilon ; sur le talus de droite d'une petite tranchée de ce chemin et sur une étendue très limitée, j'ai relevé la coupe suivante :

Terre végétale et alluvions remaniées	0m60
Graviers et cailloutis calcaires, blanchâtres ou jaunâtres	1m50
Marnes brunes à débris coquillers	2 à 3m
Marnes grises et jaunâtres avec débris de coquilles	
Marnolites blanchâtres sans fossiles	

Aux environs se montrent, comme inférieures à cette série, des alluvions plus anciennes, à éléments divers de quartz et de roches cristallines reposant à leur tour sur la Molasse sableuse miocène.

Relativement aux cours d'eau de la région, ces marnes se trouvent sur la rive gauche de l'Auzon, petit affluent de la Sorgue, à 100 mètres environ du lit actuel et à 10 mètres environ au-dessus de son niveau, vers la cote 70. Le cours d'eau plus important de la Sorgue n'est éloigné que de 6 kilomètres et reçoit près de Bédarrides, vers la cote 25, l'Auzon et l'Ouvèze, pour aller bientôt, à 14 kilomètres de notre gisement, se jeter dans le Rhône, un peu au-dessus d'Avignon, à la cote 16.

Les marnes coquillères grises ou plus ou moins brunes présentent, sur certains points, des veinules de carbonate de chaux farineux. Jetées dans l'eau, elles se délitent très rapidement ; passées au tamis, elles laissent un résidu formé presque uniquement de débris coquillers de couleur jaunâtre, nullement roulés, fragiles mais non friables ni incrustés de calcaire, et de grains de calcite blanchâtre concrétionnée, cristalline, à structure radiée, dont la dimension varie de 0mm2 à 2mm, mais dont le plus grand nombre a environ 1 millimètre.

La partie passée au tamis se présente comme formée d'un sable très fin, faiblement argileux, mais assez fortement calcarifère, composé presque entièrement : 1° de grains de quartz translucides, irréguliers, non roulés, dont la dimension ne dépasse pas $0^{mm}15$ et dont le plus grand nombre a $0^{mm}1$ environ ; 2° de nombreux grains ayant à peu près la même grosseur, à contours plus arrondis, presque concrétionnés, de couleur brun-verdâtre sur les bords, de vivianite manganésifère terreuse ; enfin, de quelques très rares paillettes de mica blanc.

Voici la liste des espèces que j'ai recueillies ; pour donner une idée de la richesse de ces marnes, je dirai que toutes ont été prises dans divers échantillons dont le volume total ne dépasse pas un décimètre cube :

Limax sp.? Quelques limacelles de 4 millimètres environ de longueur pouvant se rapporter à des espèces analogues à *L. agrestis.*

Succinea oblonga, Drap. 1° Hauteur $6^{mm}5$; diamètre $3^{mm}5$; hauteur de l'ouverture 3 mill.; diamètre 2 mill. — 2° Hauteur $6^{mm}8$; diamètre $3^{mm}8$; hauteur de l'ouverture $3^{mm}8$; diamètre $2^{mm}5$. Échantillons entiers peu communs.

Hyalinia nitida, Müller. Assez commune ; exemplaires de petite taille (5^{mm}) rarement entiers.

Helix pulchella, Müller. Cette espèce, dont j'ai recueilli facilement une cinquantaine d'échantillons, pullule dans le gisement, où je n'ai pas rencontré, d'ailleurs, une seule *H. costata.*

Helix rugosiuscula, Michaud. Espèce relativement peu commune, rarement entière.

Helix nemoralis. Lin. Rares débris avec traces de bandes pouvant plutôt être rapportés à cette espèce qu'à l'*Helix arbustorum.*

Ferussacia subcylindrica, Lin. Très commune, la grosseur des individus variant entre 6 et 7 millimètres.

Clausilia biplicata, Leach. Débris assez communs.

Pupa dolium, Drap. Chez tous les individus assez nombreux que j'ai rencontrés, la bouche est proportionnellement un peu plus large que dans le type, et les dents columellaires font totalement défaut.

Pupa muscorum, Lin. Assez rare ; je n'en ai rencontré que deux individus entiers.

Vertigo nana, Michaud. Assez rare, les individus que j'ai recueillis diffèrent un peu du type par la forme plus triangulaire de la bouche en l'absence de dent palatale inférieure.

Vertigo antivertigo, Drap. Commun.

Vertigo pygmæa, Drap. Assez commun.

Carychium minimum, Müller. Très abondant; sur un grand nombre

d'échantillons, je n'ai pas rencontré un seul *Carychium tridentatum*, Risso.

Planorbis complanatus, Lin. Individus jeunes assez nombreux.

Lymnœa truncatula, Müller. Nombreux individus de taille variant entre 6 et 11^{mm}.

Valvata cristata, Müller. Commune.

Bythinia tentaculata, Lin. Assez commune, ainsi que les opercules. Échantillons entiers, rares.

Hydrobia conoïdea, Dupuy. Un individu.

Hydrobia brevis, Drap. Un individu.

Hydrobia abbreviata, Michaud. Un individu.

Sphærium, sp.?

Pisidium, sp.? Valves de 3 à 4^{mm}.

Cette faunule de 23 espèces, dont plus des deux tiers sont terrestres, mais fréquentent les endroits humides et le voisinage plus ou moins immédiat des cours d'eau, présente plusieurs formes qui sont devenues beaucoup plus rares dans les environs (*Helix nemoralis. Pupa dolium*, *Clausilia biplicata*, etc.) qu'elles ne devaient l'être à l'époque du dépôt des marnes de Monteux. Un pareil groupement d'espèces se retrouverait difficilement aujourd'hui dans la basse vallée du Rhône d'où il est remonté vers les stations plus humides et plus fraîches de la Drôme et du Dauphiné.

La simplicité plus grande de l'armature buccale des *Pupa* et des *Vertigo*, l'absence des espèces de Lamellibranches, Limnées, Hélix, Succinées de grande taille, donne à la faune de Monteux un caractère archaïque assez prononcé.

Enfin les alluvions caillouteuses calcaires qui recouvrent ces marnes avec une épaisseur assez grande, montrent qu'elles sont plus anciennes que les dépôts caillouteux modernes des cours d'eau de la région, et à plus forte raison que les alluvions des anciens marais des Paluds qui s'étendaient dans le voisinage d'Althen les Paluds, entre la rivière de la Nesque et celle de la Sorgue, depuis les environs de Monteux jusqu'à la Durance.

Si d'un autre côté on remarque que cette faune, comprenant des espèces, sinon des variétés toutes encore vivantes, ne peut se rapporter à une époque bien éloignée de la nôtre, il devient assez naturel de la dater des dernières phases de la période quaternaire.

Quant au mode de formation des marnes de Monteux, leur observation sur ce point très localisé, ne permet pas d'en donner une explication bien satisfaisante, leur composition n'est pas sans analogie avec celle d'un véritable lœss; mais elles s'en éloignent, entre autres

caractères, par le nombre des espèces lacustres qui les rattache à un lehm alluvial. On peut supposer simplement qu'à la fin de crues ayant atteint un niveau élevé dans l'estuaire formé par la plaine qui s'étend entre Bédarrides, Carpentras, L'Isle et Cavaillon, et où les eaux du Rhône se réunissaient à celles de la Durance, la marne sableuse s'est accumulée sur un point où les remous des eaux fluviales et quelque petit ruisseau accumulaient également les restes de mollusques du voisinage.

Bien que la présence des Bithinies et Hydrobies dans notre gisement autorise en effet à supposer que quelque ruisseau ou source locale l'alimentait également, ces sources sont inutiles pour expliquer la présence des concrétions de calcite; je trouve précisément signalée dans une note de Fournet (1), la présence d'oolites calcaires ayant très probablement la même origine que celles de Monteux, dans un lehm sableux des alluvions du Rhône près de Lyon. Ce savant attribue simplement la formation de ces oolites dont la dimension varie de 1 à 5mm et qui sont souvent très régulièrement arrondies, à la tendance à se concréter, même au milieu d'une masse au repos le plus parfait, du carbonate de chaux préalablement dissous et entraîné par l'eau chargée d'acide carbonique.

Sans insister sur des comparaisons par trop hypothétiques, qu'une étude plus complète des faunes peut modifier à chaque instant, je crois pouvoir ranger le gisement de Monteux dans la partie supérieure des alluvions quaternaires du Rhône (alluvions récentes post glaciaires de M. Torcapel (2) ou des alluvions anciennes de la Durance de la carte géologique des environs d'Aix de M. Collot. Dans la région de Lyon il devrait être assimilé aux lehms du plateau bressan et du Dauphiné (étage anelcocène supérieur de M. Tardy) dont la faune malacologique a été étudiée avec beaucoup de soin par M. Locard (3) et qui sont supérieurs aux alluvions glaciaires. Peut-être aussi faudrait-il le regarder comme l'équivalent des argiles lacustres de la vallée de la Saône et de la vallée du Rhône que M. Locard (4) considère comme ayant clos la période quaternaire dans le

(1) Fournet. Observations relatives à des oolites calcaires formées dans une terre végétale des environs de Lyon. Comptes rendus. Acad. Sc., t. XXXVII, p. 926.

(2) Torcapel. Géologie de la rive droite du Rhône, étude des terrains traversés par la ligne de Nîmes à Givors. Revue Sc. nat. de Montpellier. Tableau p. 463.

(3) Falsan et Locard. Monographie géologique du Mont d'Or lyonnais, 1865.

Locard. Description de la faune malacologique des terrains quaternaires des environs de Lyon, 1879.

(4) Locard. Nouvelles recherches sur les argiles lacustres des terrains quaternaires des environs de Lyon, 1880.

Lyonnais. Plus de la moitié de nos espèces de Monteux se retrouvent dans ces divers gisements quaternaires, et, si elles présentent peut-être moins de variétés ou sous-variétés éteintes que les faunes étudiées par M. Locard, une aussi forte proportion d'entre elles a émigré ou est devenue beaucoup plus rare.

Le Secrétaire donne lecture de la note suivante :

Les **Dépôts diluviens** *dans la* **vallée du Vidourle**,

Par M. de **Brignac**.

L'étude d'une petite rivière du département de l'Hérault, le Vidourle, m'a conduit à accepter sur les dépôts diluviens certaines opinions que je me permets de soumettre à la Société.

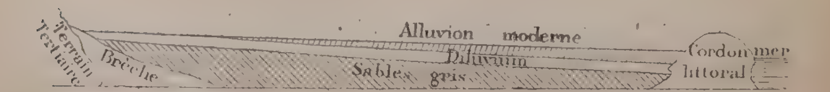
Le Vidourle est un fort petit cours d'eau d'un débit presque nul à l'étiage mais avec des crues considérables après certaines fortes pluies communes dans cette région. Il prend sa source au pied des derniers contreforts des Cévennes, et les petites hauteurs qui dominent son bassin ne dépassent guère 500 mètres d'altitude au-dessus de la mer. La plupart des roches sont calcaires ou argileuses, nulle part granitiques ou schisteuses. Il se jetait autrefois dans les étangs qui bordent la mer ; il s'écoule aujourd'hui dans un lit artificiel qui lui a été creusé, il y a peu d'années, à travers le cordon littoral. Une couche d'alluvion limoneuse plus ou moins épaisse recouvre la surface de son bassin inférieur et cache les cailloux roulés du terrain diluvien aussi bien que les dépôts de rivage immédiatement antérieurs à ces cailloux. Ce bassin est limité par des coteaux de hauteur variable, mais qui, à proximité de la mer, ne dépassent guère 60 mètres ; il est borné par un cordon littoral formé de plusieurs lignes de dunes, d'une largeur totale de 5 à 6 kilomètres en certains points. Les cailloux diluviens facilement reconnaissables recouvrent les coteaux voisins, laissant apercevoir de temps en temps les roches anciennes. De nombreux sondages exécutés dernièrement, soit dans l'alluvion du Vidourle, soit dans le cordon littoral, permettent d'établir comme suit la coupe du terrain qui nous occupe.

A partir de la ville de Lunel où les cailloux alpins paraissent à l'affleurement, une couche de ces mêmes cailloux alpins s'étend au-dessous des limons modernes jusqu'au cordon littoral qui la limite uniformément et près duquel on la trouve à la profondeur de 28 mètres au-dessous du niveau de la mer. Les sondages ont été assez multipliés sur cette surface pour que l'on puisse fixer avec une

certaine approximation la pente de cette couche à $3^{m}50$ par kilomètre.

Dans la portion la plus élevée, les cailloux sont à une faible profondeur au-dessous des limons récents et présentent tous les caractères si connus du terrain diluvien ; ils sont quartzeux, mêlés de sables plus ou moins fins, incohérents, fort irréguliers dans leur mode de dépôt; avant d'atteindre la couche normale, on trouve, toujours dans cette partie supérieure du bassin une fausse couche, comme disent les sondeurs, composée d'éléments plus fins, moins homogène comme composition quoique d'origine alpine, du reste, d'une très faible épaisseur, enfin n'ayant pas tout à fait les caractères du Diluvium. Dans la partie inférieure, au contraire, voisine de la mer, cette couche accessoire ne se trouve pas, mais au lieu d'un diluvium désagrégé comme celui que nous connaissons, la sonde se trouve en présence d'un véritable poudingue cimenté par une certaine concrétion rappelant les grès fins qui se forment encore actuellement sur nos côtes. Ceci prouverait qu'au moment du dépôt de ces cailloux, la mer avait un niveau à peu près égal à celui qu'elle a aujourd'hui, puisqu'elle a cimenté la surface de ces cailloux jusqu'à un niveau à peu près égal à celui qu'elle atteint de nos jours ; en effet, à deux ou trois mètres de profondeur, le poudingue dur cesse et fait place à la couche normale et connue. Quelques sondages ont été poussés au delà et jusqu'à 120 mètres au-dessous du niveau de la mer. Cette série inférieure n'est composée que d'une succession de sables fins plus ou moins bitumineux, alternant avec des couches d'argiles bitumineuses et de faibles bancs de petits cailloux qui n'ont aucun rapport minéralogique avec les cailloux alpins et se rapprocheraient assez de ceux que roule le Rhône aujourd'hui. Vers le fond on trouve aussi de faibles couches d'un tuf fin qui doit s'étendre assez en surface, car c'est au-dessous que se font jour les faibles veines d'eau douce que l'on a réussi à faire jaillir.

Coupe des dépôts diluviens de la vallée de Vidourle.



De tout ceci nous pouvons conclure que, avant la période diluvienne, le littoral était dans le même état qu'aujourd'hui, la mer à peu près au même niveau ; que les sables mouvants si abondants encore dans cette partie du golfe l'étaient aussi à cette époque reculée ;

qu'un fleuve comme le Rhône déposait des cailloux et des argiles à la manière du Rhône moderne. Toutefois une certaine prédominance des sables marins dans ces lagunes ferait supposer des étangs plus grands et un cordon littoral moins épais, que devaient franchir souvent les eaux de la mer ; enfin avant le Diluvium, un parfait repos et en somme un état fort semblable au nôtre. De plus il n'est pas douteux que les cailloux alpins ont été déposés en couche épaisse de 80 mètres au moins au-dessus du niveau de la mer, que les vallées actuelles ont été creusées dans l'épaisseur de ce dépôt et que l'érosion a laissé à nu l'ancien cordon littoral sur lequel le nouveau s'est immédiatement superposé. Une autre conséquence, c'est que l'inondation a été unique au moins dans nos contrées, brusque, rapide, et qu'aucun phénomène, ni dans les temps antérieurs, ni dans les époques postérieures à notre époque moderne, ne peut lui être comparé.

Mais, quelles sont les causes qui ont opéré le grand déblai de la première couche ? Si nous admettons que les rivières post-diluviennes ont tout fait, nous ne pouvons expliquer, que, étant donné le temps qu'il a fallu pour déblayer ce prodigieux cube de 100 mètres d'épaisseur, elles n'aient pas laissé de traces de leur passage sous forme de cailloux de sables et d'argiles d'une composition rappelant les roches de leur bassin. Or, les alluvions modernes du Vidourle nous ont conservé intacte la couche détritique, et elles-mêmes composées presque uniquement de fines argiles, de faibles bancs de sable et de petits graviers, le tout parfaitement identique du haut en bas, ne font supposer qu'un faible cours d'eau qui, après la période violente, paraît s'être comporté à peu près de la même façon que notre moderne et très paisible Vidourle.

S'il m'est permis de hasarder une hypothèse après tant d'autres tentées pour expliquer ce grand courant : j'en chercherai une qui éclaire ces faits incontestables du grand apport de cailloux alpins, du déblaiement rapide, puis enfin de l'état de repos succédant à un si grand mouvement.

Pendant la période glaciaire, fort longue probablement, les glaciers ont, comme on le sait, recouvert de vastes espaces ; mais si l'hypothèse de plusieurs savants géologues est admise, l'étendue de ces glaciers serait due, moins à l'intensité du froid qu'à l'abondance des chutes de neige sur les hauts sommets ; delà la conséquence que les faibles hauteurs n'en ont pas produit ou de forts petits. Alors les immenses glaciers qui descendaient si bas des hautes régions ont barré, soit par leurs glaces, soit par leurs moraines latérales et frontales les vallées de leurs affluents, lesquelles, ne contenant pas de

glaciers à cause de la faible altitude des hauteurs qui les dominent formaient tout autant de grands lacs dont la profondeur était égale à la hauteur du barrage de glace et de cailloux.

L'époque glaciaire aurait donc été une époque de lacs aussi bien qu'une époque de glaciers. Mais la situation de lacs à une telle altitude ne pouvait durer, d'autant plus que les glaciers, élevant toujours leur barrage par un apport toujour snouveau, devaient élever el niveau des lacs à un point tel que toute résistance était impossible. Alors le moindre phénomène, une grande pluie, une action volcanique devait être la goutte d'eau qui ferait déborder le vase.

Le réservoir de ces lacs était grand, l'inondation a été colossale. L'immense dépôt des moraines a fourni les éléments du cailloutis diluvien, et on peut se rendre compte de leur cube en se représentant et l'étendue des glaciers et le temps qu'ils ont mis à charrier leurs matériaux.

Ceux qui ont vu les effets que produisent les eaux échappées après la rupture de nos barrages faits de main d'homme pourront se faire une idée, quoique bien affaiblie, de ce que pourrait être la rupture d'un barrage comme celui de la vallée de la Saône, par exemple. Les roches alpines dont il était formé furent précipitées comme une avalanche vers la côte, et les eaux purent sans doute s'élever à plus de 100 mètres au-dessus de la mer à cause de l'immensité des débris qu'elle traînait après elle. Les témoins s'en trouvent sur les coteaux qui bordent le Vidourle à 80 mètres d'altitude.

Mais après la dispersion de toutes ces roches les eaux commencèrent à diminuer tout en conservant encore un colossal volume, entretenu, soit par l'écoulement des parties éloignées des lacs, soit par la rupture successive des barrages supérieurs.

Les eaux moins abondantes, suivant les vallées et ayant acquis par le resserrement une plus grande vitesse, ont sans doute opéré le déblaiement du premier dépôt, suivant la direction des anciennes vallées, sans toutefois déposer de limons à cause de la rapidité de leur course. La faible couche de graviers fins mêlée de plus de sable dont nous avons fait mention serait peut-être le témoin de la fin de cette dernière période, et aurait disparu au contact des eaux de la lagune qui devait opposer une résistance suffisante.

Les dépôts du loëss si fréquents sur les hauts plateaux et introuvables dans nos contrées inférieures voisines de la mer ne seraient alors que l'alluvion tranquille de ces lacs. Il serait curieux d'établir la géographie de ces anciens réservoirs, soit en suivant les dépôts du loëss, soit en déterminant la hauteur du barrage de chaque bassin par les blocs erratiques et les derniers témoins qui survivent encore

des anciennes moraines. Le périmètre et la profondeur des lacs étant connus, il serait aisé de cuber le volume d'eau et d'obtenir une certaine approximation sur l'intensité du phénomène. D'autre part, on rechercherait les divers niveaux qu'ont atteint dans la vallée du Rhône, par exemple, les dépôts de la grande inondation, à partir du littoral où ils arrivent, comme nous l'avons vu, à 80 mètres environ au-dessus du niveau de la mer, jusqu'au barrage de la Saône dont la crête devait atteindre l'altitude de 6 ou 700 mètres au-dessus de la mer.

Connaissant le volume d'eau et la vitesse déterminée par la pente, on serait bien près de se faire une idée raisonnée de ce que nos anciens ont si justement appelé le Diluvium.

Dès que l'eau des lacs supérieurs eut achevé de s'écouler, l'état atmosphérique fut singulièrement modifié. Les glaciers, il est vrai, conservèrent à peu près leur même surface, mais les chutes de neige sur les sommets ne furent plus aussi abondantes, n'étant plus alimentées par l'évaporation si considérable de ces vastes surfaces d'eau lacustre. Toutefois, les chutes d'eau durent être encore plus abondantes qu'aujourd'hui à cause de l'évaporation des surfaces glaciaires. Aussi les grands cours d'eau recevant toujours leurs eaux des mêmes grands glaciers furent-ils encore longtemps fort considérables, et des observations récentes en font foi.

Mais leur débit, ayant suivi le retrait des glaces, a toujours été en diminuant graduellement depuis cette époque jusqu'à nos jours. Nous avons en effet des preuves bien multipliées de la décroissance constante et régulière des glaciers, et il serait superflu d'y insister.

Au contraire, les petits cours d'eau comme le Vidourle, n'ayant aucun glacier dans leur bassin, n'eurent pas les mêmes causes d'augmentation. Les chutes d'eau étant cependant plus abondantes rendirent les crues plus fréquentes et hâtèrent le comblement de la lagune. Ce comblement, quoi qu'on en ait dit, ne dût pas demander un bien grand nombre de siècles.

Les souvenirs historiques de la contrée nous confirment que vers l'embouchure du Vidourle une ville maritime existait du temps de Charlemagne et que son port se trouvait là même où l'on voit aujourd'hui des terres cultivées.

Alors la plupart des terres de ce bassin étaient marécageuses ; la ville de Marsillargues dont le territoire comprend près de 3,000 hectares de cultures dans cette alluvion, se fondait sans doute à cause de la mise en valeur de ces atterrissements successifs. On sait de plus, par des actes, que des terrains qui sur la moitié de la surface du bassin sont aujourd'hui à 2 ou 3 mètres au-dessous du niveau de la mer, étaient

en 1300 encore recouverts par les eaux marécageuses. Il n'est pas téméraire d'affirmer que l'alluvion moderne a été dans ce bassin de plus de 30 centimètres par siècle uniformément ; et comme les grands fonds sont à 28 mètres, que les premières eaux furent plus abondantes et plus limoneuses, on peut en conclure que l'époque de la grande inondation ne saurait être reculée au delà de 6000 ans.

L'hypothèse que je soumets à la Société me paraît expliquer suffisamment les phénomènes qui se sont passés dans ma région. A d'autres le soin ou de la confirmer par de nouvelles recherches, ou de la rendre inacceptable par l'observation de faits incontestables et contradictoires.

Séance du 15 *Décembre* 1884.

PRÉSIDENCE DE M. PARRAN.

M. Monthiers, secrétaire, donne lecture du procès-verbal de la dernière séance dont la rédaction est acceptée.

Le Président proclame membre de la Société :

M. Bourdot, ingénieur civil, 44, rue de Château-Landon, à Paris, présenté par MM. Bezançon et Cossmann.

Il annonce ensuite deux présentations.

Le Président fait part à la Société de la mort de M. Berson.

M. **Zeiller** offre à la Société, de la part de M. **Carnot**, deux notes, extraites des *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, sur la composition de la houille. La première établit la richesse relative du cannel-coal et du boghead en phosphore et rapproche ce fait de la forte proportion de phosphore constatée par l'analyse dans les spores de Lycopodes et le pollen des Cycadées, l'examen microscopique du cannel-coal y décelant précisément un nombre considérable de spores ou de grains de pollen. Dans la deuxième, l'auteur montre que la composition chimique élémentaire de la houille est indépendante de la nature botanique des végétaux qui l'ont formée ; ainsi des bois de divers végétaux, *Calamodendron*, *Cordaïtes*, *Lepidodendron*, transformés en houille, ont fourni à l'analyse des proportions à peu près identiques de carbone, hydrogène, oxygène et azote ;

au contraire, essayés par distillation, ils donnent des résultats très différents, et les proportions relatives des matières volatiles et du carbone fixe varient dans d'assez larges limites.

M. **Zeiller** présente plusieurs brochures, l'une au nom de M. **B. Renault** et au sien, extraite des *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, sur un nouveau genre de graines du terrain houiller supérieur, auquel ils ont donné le nom de *Gnetopsis ;* ces graines, munies à leur sommet d'un appendice plumeux divisé en trois ou quatre branches, se montrent, à l'état silicifié, réunies par deux ou par quatre dans une sorte d'ovaire ouvert, formé de deux bractées partiellement soudées. Les autres, qu'il présente en son nom personnel, sont : 1° une note, extraite des *Annales des Mines*, sur la flore du bassin houiller de Tete, au Zambèze, dans laquelle il a reconnu, sur les empreintes recueillies par M. Lapierre, onze espèces déjà observées dans le Houiller supérieur du centre de la France; la flore houillère de type européen, déjà signalée du reste au cap de Bonne-Espérance, s'étendait ainsi non seulement sur l'hémisphère boréal, mais à travers les tropiques sur une partie importante de l'hémisphère austral; 2° deux notes, extraites l'une des *Comptes rendus*, l'autre des *Annales des Sciences naturelles*, sur des cônes de Sigillaires, génériquement déterminables d'après les cicatrices foliaires portées par leurs pédoncules, et qui renferment des spores unicellulaires, ressemblant de tout point aux macrospores de plusieurs *Isoetes;* les Sigillaires viennent ainsi se ranger définitivement parmi les Cryptogames vasculaires, dans la classe des Lycopodinées, entre les Lépidodendrées et les Isoétées.

M. Dagincourt dépose la note suivante :

Les **roches cristallines** *massives de l'***Espagne**,

Par M. **Salvador Calderon**.

L'étude de roches cristallines massives d'Espagne, quoique commencée depuis peu d'années, a acquis rapidement une grande importance à cause de l'abondance et de la variété de ces roches. Ces recherches n'étant pas très connues de la plupart des géologues étrangers à l'Espagne, et la carte de de Verneuil et Collomb remontant à une époque où les études lithologiques étaient trop peu avancées, j'ai cru qu'elles méritaient d'être le sujet d'une note d'ensemble qui rendrait facile la connaissance de ces travaux.

Les roches massives occupent environ 10 0/0 de la surface du territoire espagnol ; elles se trouvent presque dans toutes les provinces. Le massif le plus important s'étend depuis le cap d'Ortegal jusqu'à Coria dans l'Estremadure, occupant une grande partie du Portugal. Les mêmes roches massives se présentent dans la Castille, formant les montagnes de Gredos et Guadarrama, et de plus les massifs méridionaux de Tolède et de Madrid. Elles existent aussi en lambeaux, des deux côtés de la Sierra Morena, depuis Evora en Portugal, jusque dans les provinces espagnoles de Badajoz, Huelva, Séville, Cordoue, et elles se trouvent même sur la côte andalouse.

Des affleurements moins importants de roches cristallines massives se retrouvent dans la Manche, dans le massif des Pyrénées, et en plusieurs autres points, notamment parmi les sédiments du terrain triasique.

Nous mentionnerons à part les roches volcaniques qui constituent trois régions principales dans la péninsule : celle du cap de Gata, dans l'Andalousie, à laquelle se rattachent les éruptions de Carthagène et les îles Columbretes, en face de Valence ; celle de Castell-Follit, et celle du Campo de Calatrava, dans la Manche.

Dans l'énumération qui va suivre, je ne me soumettrai pas à un ordre rigoureux, afin d'éviter les répétitions et de tâcher de présenter ensemble les espèces des mêmes localités. Dans le même but, je mettrai en tête de l'histoire de chaque roche, les indications bibliographiques, auxquelles je ferai allusion dans le texte, pour ne pas les répéter sans cesse. Je noterai spécialement les indications nouvelles ou les communications particulières (1).

GRANITES

Zirkel. *Beit. z. geol. Kennt. d. Pyrenaen. Zeits. d. deuts. geol. Ges.*, t. XIX. 1867.

Macpherson. *Estudio geol. y petrogr. del N. de la prov. de Sevilla.* B. C. M. G. E. ; t. VI, 1879.

Macpherson. *Descripcion de algunas rocas que se encuentran en la Serrania de Ronda.* A. S. E., t. VIII, 1879.

(1) J'ai adopté les abréviations suivantes pour les publications scientifiques dans lesquelles se trouvent la plupart des travaux mentionnés ici :

C. R. — Comptes rendus hebdomadaires de l'Académie française.

B. S. G. F. — Bulletin de la Société géologique de France.

B. C. M. G. E. — Boletin de la Comision del Mapa geológico de España.

M. C. M. G. E. — Memorias de la Comision del Mapa geológico de España.

A. S. E. — Anales de la Sociedad española de Historia natural.

B. I. L. — Boletin de la Institucion libre de Enseñanza de Madrid.

N. J. — Neues Jahrbuch et Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie.

Macpherson. *Apuntes petrograf. de Galicia.* A. S. E., t. X, 1881.
Mallada. *Descrip. fis. y geol. de la prov. de Huesca.* M. C. M. G. E., 1878.
Barrois. *Recherches sur les terrains anciens des Asturies et de Galice.* Lille, 1882.

Les massifs granitiques les plus importants, figurés déjà sur les cartes géologiques d'Espagne, sont composés d'une roche grenue contenant du quartz, de l'orthose, du feldspath plagioclase, de deux micas et dépourvue de pâte microcristalline. Un des plus vastes massifs, celui de la Galice, forme le sol de la presque totalité de cet ancien royaume. M. Zirkel a signalé la même roche dans les Pyrénées et M. Macpherson l'a étudiée dans la Sierra de Guadarrama et dans l'Andalousie, sous le nom de *granito normal.*

En outre de ce type fondamental, on trouve un grand nombre de variétés. Je rappellerai le *granito rojo* de Séville et de Villar-de-Cas (Galice), dont le quartz contient d'innombrables inclusions liquides, avec bulles mobiles douées d'un mouvement très rapide, ou par contre d'une vitesse si petite qu'elle ne s'élève pas à plus de deux mètres par an.

Dans la province de Séville, se rencontre en abondance le *granite syénitique* de M. Macpherson, composé essentiellement des éléments suivants : orthose blanche à contours bien définis, plagioclase en plus grande quantité que dans le granite normal, mica se transformant souvent en amphibole, et grains de quartz en nombre variable. Ce curieux granite offre d'innombrables inclusions gazeuses et liquides, contenant à leur intérieur des cristaux rapportés au chlorure de sodium.

Une autre variété de granite très remarquable existe sous forme de dykes, traversant les micaschistes et le gneiss, dans les Chapas de Marbella et en d'autres lieux de la Serrania de Ronda. Ce granite est d'un grain fin, et se trouve formé de petits cristaux de feldspath blanc, qui apparaît sous le microscope, pénétré de quartz, mica biotite et muscovite, de quartz en petits grains riches en inclusions et de belle tourmaline sous forme de cristaux nets.

On observe, dans les schistes cambriens, certains filons qui se rapportent à diverses variétés de granite, ordinairement au granite à mica blanc muscovite, devenu compact et euritique ; cette variété est envisagée par M. Barrois comme une aplite (granulite à grains fins). Il nous a fait aussi connaître divers granites de Galice ; M. Macpherson a décrit celui qui forme de grands dykes dans le gneiss de Vivero, granite syénitique d'une grande beauté. Il est d'une couleur foncée due à l'abondance du mica et de l'amphibole, dans une pâte où ressortent de nombreux cristaux réguliers de felds-

path, maclés d'après la loi de Carlsbad. On y reconnaît, comme éléments accidentels, du sphène, quelques petits morceaux de magnétite et des cristaux d'apatite.

Je mentionnerai spécialement les Pyrénées espagnoles comme une des régions où existe la plus grande variété de granites ; une partie d'entre eux a été étudiée par Charpentier : tels sont les granites porphyroïdes de Puerto de Oo et de Charevide, où la grandeur des éléments descend parfois à des dimensions vraiment microscopiques. Parmi les granites qui s'écartent du type général, M. Carez a mentionné les filons qui traversent le massif du Mont-Seny, dont la roche, étudiée par M. Michel Lévy, est une granulite à amphibole très riche en microcline, très pauvre, au contraire, en mica; elle contient de l'orthose, de l'oligoclase et du quartz. C'est un bon type de ce que l'on appelle communément pegmatite. M. Mallada a décrit le dyke d'Astet (Huesca), composé presque exclusivement d'orthose gris et d'oligoclase jaune ; le mica et le quartz sont rares, et l'ensemble de la roche paraît être une pegmatite parsemée de petits cristaux de blende, de pyrite de fer et de plages d'une substance chloritique.

A Panticosa, le granite situé au contact du calcaire paléozoïque offre des pénétrations microscopiques filamenteuses du calcaire, tandis que celui-ci s'imprègne de quelques substances feldspathiques et épidotiques. Ce fait avait été observé microscopiquement par Zirkel et d'autres géologues, dans la région pyrénéenne, où les réactions opérées entre le granite et le calcaire, ont donné naissance à une espèce de roche porphyrique, dans laquelle des groupes de cristaux imparfaits de quartz se trouvent entremêlés avec d'autres de calcaire spathique.

PORPHYRE QUARTZIFÈRE

Macpherson. — *De las relaciones entre las rocas graniticas y las porfidicas.* A. S. E., vol. X, 1880.
Macpherson. — *Estudios geolog. y petrograf. del N. de la prov. de Sevilla.* M. C. M. G. E., vol. VI, 1879.
Mallada. — *Reconocimiento de la prov. de Còrdoba.* B. C. M. G. E., vol. VII, 1877.
Mallada. — *Descripcion fis. y geol. de la prov. de Córdoba.* M. C. M. G. E., 1878.
Barrois. — *Recherches sur les terrains anciens des Asturies et de la Galice.* Lille, 1882.

Les porphyres quartzifères présentent un grand développement dans la Sierra Morena, en différents endroits du sud de l'Espagne, et dans la Cordillère carpeto-vétonique, avec de nombreuses variétés décrites par M. Macpherson. Ils dérivent, d'après ce géologue, des granites, par augmentation de la proportion de silice qui entre dans la

constitution de cette roche. C'est pour cela qu'une grande partie de ces porphyres offrent une structure indiquant comme une infiltration siliceuse, rappelant quelquefois la structure micropegmatique de M. Michel-Lévy, et qu'ils sont nommés par M. Macpherson *porphyres micropegmatiques*.

En général, les porphyres quartzifères du midi de l'Espagne peuvent se rapporter à deux types : dans le premier, ils conservent encore les faciès du granite, tandis que dans le second, le mica est remplacé par des minéraux chloritiques. Parfois ils se chargent d'épidote, jusqu'à constituer une véritable pistazite, comme au nord-ouest de Cantillana. Il y a certaines variétés, qui, vues au microscope, sont chargées de sphérules enchâssées dans une pâte de felsite cryptocristalline, paraissant formée de quartz mal individualisé et contenant en outre des microlithes noirâtres.

Tandis que dans les dites régions, les porphyres quartzifères occupent de vastes surfaces, ils sont, par contre, réduits à l'état de filons minces dans les Monts Cantabriques et dans les Asturies. M. Barrois partage ces derniers en deux types : les porphyres à texture granitoïde, tels que celui de Corias, qui présente des globules à extinctions, la micropegmatite de Corias et d'Albuern et la microgranulite de Gondar ; et les porphyres à texture trachytoïde, comme le porphyre globulaire de Gargantada, où l'orientation des lamelles dichroïques du mica noir donne des traces de fluidalité.

Les Pyrénées, surtout dans la province de Huesca, sont riches en filons et dykes de porphyre quartzifère pénétrant les masses granitiques, ou formant des masses isolées.

Sous le microscope, on observe souvent que le quartz très ramifié, pénètre le feldspath décomposé, en formant deux séries de fibres parallèles, croisées entre elles sous un angle de 74°. D'autres fois, la pâte est feldspathique et microcristalline, contenant presque toujours des cristaux d'orthose, des macles d'oligoclase, du mica rare et en décomposition, de l'amphibole foncé, un peu de chlorite et du fer magnétique.

PORPHYRE FELSPATHIQUE

Quiroga. — *Orthofidos sin cuarzo de Almaden.* A. S. E. (Actas) vol. VII, 1879.
Macpherson. — *Estudio geol. y petrogr. del N. de la prov. de Sevilla.* B. C. M. G. E., vol. VI, 1879.
Calderon. — *Rocas erupt. de Almaden.* A. S. E., vol. XIII, 1884.

Tandis que le porphyre quartzifère se trouve très répandu dans le midi de l'Espagne, le porphyre feldspathique se rencontre seulement en petits affleurements et en relation avec les masses syénitiques et

les diabases. Ce groupe comprend des porphyres feldspathiques et des porphyres amphiboliques qui atteignent leur plus grande extension entre la province de Séville et celle de Huelva. Ils ne manquent presque jamais de quartz, mais sont toujours reconnaissables à leur structure, soit porphyroïde, soit aphanitique, différente de celle des autres porphyres qu'on a décrits antérieurement. En cassant la roche, les grains de quartz laissent leur creux dans la pâte environnante, et comme ces grains ont les angles arrondis, ils semblent être des corps étrangers emprisonnés dans la masse porphyrique.

Les seuls porphyres feldspathiques dépourvus de quartz, que nous connaissions en Espagne, se trouvent dans la région d'Almaden et dans la Sierra Morena, où on les emploie dans la construction, sous le nom de *piedra de Montejicar*. La base microcristalline est formée par l'orthose dominante, le plagioclase rare, des lamelles de mica et d'hématite.

SYÉNITE

Macpherson. — *Estudio geol. y petrogr. del N. de la prov. de Sevilla.* B. C. M. G. E., vol. VI, 1879.

Les coteaux incultes de la région comprise entre les petites villes de Castilblanco, el Ronquillo, la Pajanosa et le Castillo de las Guardas dans la province de Séville, ont offert à M. Macpherson l'occasion d'étudier d'intéressants passages, depuis les granites amphiboliques jusqu'aux véritables syénites. Ces dernières sont généralement à petits grains, consistant en un agrégat fin de cristaux d'orthose alternant avec la plagioclase, beaucoup d'amphibole, et des grains très rares de quartz. Elles contiennent aussi du sphène, du fer magnétique, de l'épidote et, dans certaines variétés, une abondance extraordinaire d'apatite traversant le feldspath et l'amphibole.

Au Cardoso et à Horcajuelo, dans la Sierra de Guadarrama, la syénite a été trouvée par M. Quiroga. Elle est formée par de grands éléments très purs de plagioclase, d'hornblende verte, et un peu de magnétite.

DIORITES

Quiroga. — *Observaciones sobre algunas rocas de Ridzd.* A. S. E., vol. V, 1876.

Macpherson. — *Estud. geol. y petrogr. del N. de la prov. de Sevilla.* B. C. M. G. E., t. VI, 1879.

Calderon. — *Nota sobre la diorita de la Sierra Alhamilla.* A. S. E. (Actas), t. VIII, 1879.

Barrois. — *Recherches sur les terrains anciens des Asturies et de la Galice.* Lille, 1882.

Breñosa. — *Las porfiritas y microdioritas de San Ildefonso y sus contornos.* A. S. E., t. XIII, 1884.

Les diorites ne présentent pas un grand développement en Espagne; elles se trouvent en filons isolés dans la Sierra Morena (Macpherson), dans la Sierra Alhamilla (Calderon), dans la chaîne carpeto-vétonique (Quiroga et Breñosa) et dans les Asturies et la Galice (Barrois).

Les diorites quartzifères qui coupent obliquement les schistes cambriens dans les Asturies sont cristallines ; on y rencontre de l'oligoclase en grands cristaux maclés, de l'amphibole fibreux, du sphène, du fer titané, et, comme éléments secondaires, du quartz contenant de nombreuses inclusions, de l'épidote, de la chlorite, de la serpentine et de la calcite. Une composition tout à fait analogue est celle des diorites sans quartz des Asturies, qui se rangent dans les diorites proprement dites des géologues allemands.

Dans la province de Séville (Sierra del Cañuelo, etc.), les diorites offrent l'aspect des diabases de la même contrée. En examinant la série complète de ces diorites, M. Macpherson a pu indiquer comment leur amphibole ferrifère dérive du pyroxène et d'une partie de la magnétite ; mais à Puerto Blanco et au nord-ouest de Cantillana, on ne trouve dans l'amphibole aucun reste de minéral pyroxénique. Le quartz est rare dans ces roches. Il y a dans le midi de l'Espagne d'autres diorites d'un type différent et plus franc, par exemple celle des environs de Badajoz étudiée par M. Breñosa et confondue auparavant avec l'euphotide ; celle de la Sierra Alhamilla qui est riche en quartz et possède une grande quantité de cristaux de sanidine d'un aspect bien différent de ceux du plagioclase.

Les diorites connues dans la chaîne carpeto-vétonique sont ordinairement pauvres sous le rapport minéralogique. Mais celles étudiées par M. Breñosa à San Ildefonso présentent une composition plus riche, qu'il exprime de la manière suivante :

Éléments essentiels. . .	Plagioclase. Hornblende. Fer titané et magnétite.	
Éléments accidentels. .	Augite. Quartz. Pyrite.	
Éléments deutérogènes.	Amphibole fibreux. Chlorite. Magnétite.	Provenant de la hornblende et de l'augite.
	Kaolin. Minéral micacé.	Provenant de la plagioclase.
	Titanomorphite ou sphène.	Provenant du fer titanifère.

La structure de ces roches est grenue ; elles présentent des variétés granitiques et diabasiques. On peut par conséquent les classer comme *diorites* ou *microdiorites* suivant la petitesse de leurs éléments constitutifs. La présence de l'augite ou celle du quartz, donnent lieu aux variétés dites *épidiorites* et *microdiorites quartzifères* (1).

AMPHIBOLITES

Macpherson. — *Estudio geol. y petrogr. del N. de la prov. de Sevilla.* B. C. M. G. E., vol. VI, 1879.

Macpherson. — *Apuntes petrograf. de Galicia.* A. S. E., vol. X, 1881.

Barrois. — *Recherches sur les terrains anciens des Asturies et de la Galice.* Lille, 1882, p. 403, 406.

Quoique la plupart des amphibolites espagnoles soient à la rigueur des membres du terrain archaïque, elles offrent des rapports si étroits avec les roches cristallines massives et présentent un si grand intérêt, que j'ai cru utile d'en faire mention dans cette rapide esquisse.

Près de la station de Peñaflor, le chemin de fer coupe l'affleurement d'une roche assez curieuse. Elle est de couleur presque noire, et se distingue par l'éclat des cristaux d'amphibole qui constituent presque à eux seuls la roche. Les lamelles minces se montrent sous le microscope, composées d'innombrables aiguilles de hornblende orientées dans un magma quartzeux. Il y a aussi du fer magnétique et autour de ce fer des agglomérations de sphène ?, du quartz, quelquefois un peu de biotite et rarement du plagioclase.

Il existe une série de roches vertes dans la Sierra Capelada, en Galice, formant l'extrémité nord-ouest de la péninsule ; elles présentent une grande importance sous le rapport lithologique. Elles constituent des massifs puissants avec des schistes amphiboliques et chloritiques, et leur ensemble forme un coin curieux dirigé de N.-N.-O. au S.-S.-O. A l'œil nu, on reconnaît dans ces roches, le grenat, l'amphibole et la zoïsite, mais les plaques minces montrent au micros-

(1) Il existe dans la même chaîne une série de roches grenatifères, difficiles à ranger dans les tableaux de classification lithologique moderne. Je mentionnerai seulement la belle roche étudiée et recueillie à Riaza par M. Quiroga, comme la plus voisine des diorites.

Elle se compose de hornblende en particules prismatiques croisées dans tous les sens et formant le tissu de la roche, de grains arrondis ou polygonaux de grenat et de cristaux de plagioclase. Si l'on considère ce dernier minéral comme secondaire, la roche serait un *Granatfels* de M. v. Lasaulx, roches bien connues en Suède. En tout cas, ces roches grenatifères, avec grenat presque pur, ou associé à la hornblende, au quartz ou à la cocolite, si répandues dans cette région, forment là un groupe tout à fait naturel et intéressant.

cope une composition beaucoup plus riche. En effet, le quartz forme leur base, dans laquelle sont empâtés les minéraux essentiels suivants : 1° des morceaux et cristaux de diverses grandeurs de grenat almandin ; 2° de longs fragments de zoïsite ; 3° de l'amphibole de formes diverses, mais toujours abondante ; 4° de petits morceaux d'un minéral pyroxénique ; 5° le plagioclase comme élément accessoire dans quelques échantillons, mais comme essentiel dans d'autres. Les éléments accidentels, qui se présentent presque toujours et avec une certaine abondance, sont : 1° de petits cristaux et des fragments de rutile ; 2° des morceaux opaques de fer titané ; 3° du sphène en franges autour de deux autres minéraux ; 4° de petits cristaux d'apatite empâtés surtout dans le grenat ; 5° de très petites lamelles de mica ; 6° divers produits ferrugineux parsemés dans la roche et tapissant parfois les fissures du quartz et celles des autres minéraux.

M. Barrois a trouvé des roches riches en amphibole, formant comme le gneiss, des couches minces interstratifiées dans les schistes cristallins du centre de la province de Lugo ; la présence du grenat et du quartz y est fréquente. On peut observer ces amphibolites grenatifères dans les micaschistes, à Goiriz, Parrocha près Villalba, ainsi que dans les schistes verts chloriteux à Gontan, Candia, Castromayor, Peto, Robra ; elles sont partout interstratifiées. L'examen microscopique permet de distinguer à première vue ces amphibolites grenatifères des diorites éruptives ; elles sont moins riches en fer magnétique et en fer titané, mais plus chargées par contre de grenats, et passent à de véritables grenatites. Elles se distinguent de la plupart des amphibolites gneissiques par la disposition radiée des prismes d'amphibole, qui se rapportent à l'actinote. Les autres éléments reconnus dans ces roches de Lugo sont le rutile, le plagioclase (labrador), et l'épidote.

Il est remarquable que cette série des roches vertes amphiboliques grenatifères de Galice se trouve représentée dans la Sierra Nevada, c'est-à-dire à l'autre extrémité de l'Espagne, par des roches tout à fait analogues, et occupant la même position parmi les schistes anciens. Dans les puissants conglomérats qui forment les collines de la fameuse Alhambra de Grenade, on trouve de nombreux blocs d'une roche constituée par la diallage et le grenat. La seule différence entre les amphibolites de Galice et celles de l'Andalousie consiste en ce que l'épidote remplace la zoïsite (Macpherson) dans ces dernières.

KERSANTITE.

Barrois. — *Recherches sur les terrains anciens des Asturies et de la Galice.* Lille, 1882.

Les kersantites quartzifères récentes sont assez répandues dans les Asturies, se présentant dans des étages sédimentaires très différents, en pointements isolés (Salave, Infiesto, Selviella, Presnas). Ce sont des roches cristallines, formées de plagioclase et de mica noir dans une masse fondamentale finement grenue ou compacte, et où il y a généralement des grains de quartz granulitique, de l'amphibole et un minéral pyroxénique. En outre de ces minéraux essentiels, on trouve souvent du fer oxydulé, de l'apatite, du feldspath monoclinique, du fer titané et du sphène, du talc, de la chlorite et de la calcite et comme accessoires rares : de la molybdenite, du zircon, de la tourmaline, de la cassitérite, du rutile et de la pyrite, dont la présence dans une roche récente mérite de fixer l'attention. En effet, selon M. Barrois, elle a dû faire apparition à l'époque des grandes dislocations du sol qui donnèrent naissance aux Pyrénées et qui eurent lieu entre l'Eocène et le Miocène.

M. Quiroga m'a fait connaître quelques kersantites provenant de Peguerinos et Zapardiel de la Cañada dans la Cordillère carpetovétonique. Celles de Peguerinos se rapportent à deux types : dans le premier, la roche est constituée par un magma porphyrique de plagioclase et de quartz, avec du mica, et rarement de l'apatite, du pyroxène et de la magnétite; dans l'autre type, en relation avec les porphyrites amphiboliques et pyroxéniques, on trouve à peine du magma porphyrique; le plagioclase est bien différencié et la magnétite, la hornblende et le pyroxène macroscopique et microscopique sont abondants. A Zapardiel de la Cañada se trouve une kersantite qui fait le passage entre les deux types antérieurs : elle possède une base presque felsitique avec des cristaux rares de plagioclase qui donnent des traces de fluidalité, du mica abondant sous forme de petites masses fibreuses presque microlithiques et de petits grains de magnétite.

PORPHYRITES.

Quiroga. — *Sobre la reversion de la hornblenda al piroxeno.* B. J. L., vol. I, 1881.

Mallada. — *Descrip. fis. y geol. de la prov. de Huesca.* M. C. M. G. E., 1878.

Macpherson. — *Estud. geol. y petrogr. del N. de la prov. de Sevilla.* B. C. M. G. E., vol. VI, 1879.

Hermite. — *Etud. géol. sur les îles Baléares,* 1re partie, 1879.

Adan de Yarza. — *Examen microsc. de rocas erupt. recogidas en Mallorca.* B. C. M. G. E., vol. VI, 1879.

Breñosa. — *Las porfirit. y microdior. de San Ildefonso.* A. S. E., vol. XIII, 1884.

Les Pyrénées espagnoles, surtout dans la province de Huesca, ont fourni des porphyrites d'une composition normale, dans lesquelles le plagioclase est entouré de chlorite abondante, contenant de petits grains d'épidote et des restes d'un minéral pyroxénique.

Mais la région de la Péninsule qui a fourni la plus grande variété de porphyrites est la Cordillère carpeto-vétonique; c'est du centre de cette région, que provenaient les roches de la Sierra de Guadarrama étudiées par M. Breñosa, et celles de Gredos décrites par M. Quiroga. Ces roches de couleur vert-foncé traversent le granite, le gneiss et les schistes siluriens, mais jamais le terrain crétacé qui repose sur elles dans la localité ; elles forment des filons verticaux d'un décimètre à trois mètres de puissance.

La composition minéralogique des porphyrites de Guadarrama, d'après M. Breñosa, est la suivante :

Éléments essentiels. . .	Plagioclase. Augite. Magnétite et ilmenite.	
Éléments accessoires . .	Hornblende. Pyrite de fer.	
Éléments deutérogènes.	Uralite. Hornblende. Chlorite. Épidote ? Calcite. Magnétite.	Provenant de l'augite.
	Margarite ou paragonite.	Provenant du plagioclase.
	Kaolin. Titanomorphite ou sphène.	Provenant de l'ilmenite.

Ces roches appartiennent aux porphyrites augitiques à pâte olocristalline, parce que leur structure est porphyrique; les éléments feldspathiques de la pâte sont plus acides que ceux de première consolidation.

Les porphyrites, abondantes dans la province d'Avila, dans la Sierra de Gredos, ont été le sujet d'une étude, non publiée encore, de M. Quiroga. Elles appartiennent à trois groupes : les porphyrites amphiboliques, les porphyrites pyroxéniques et celles où il y a autant d'amphibole que de pyroxène. Les localités les plus importantes

pour les porphyrites du premier groupe sont la Sierra de Avila et la Serrota; elles sont caractérisées par l'abondance de hornblende fortement pléocroïque. Quant aux porphyrites pyroxéniques, elles présentent moins de plagioclase que les précédentes, des granules abondants de pyroxène, et d'épidote. Toutes deux possèdent du quartz en petits rognons, encadrés par des granules de pyroxène. Enfin, aux environs de la ville d'Avila et de Peguerinos les porphyrites contenant de la hornblende et du pyroxène dans la même proportion sont assez fréquentes (1).

Dans le midi de l'Espagne, on trouve souvent sous forme de dykes, dans le terrain archaïque, de belles porphyrites amphiboliques. Ce sont des roches foncées, constituées par une base vert-noirâtre, dans laquelle sont empâtés de nombreux cristaux de feldspath vert, d'un centimètre de longueur. Sous le microscope, la structure change assez; mais dans le type le plus fréquent domine une base cryptocristalline avec d'innombrables fragments d'amphibole. Dans les environs du Pedroso il y a une porphyrite dont la majeure partie de la pâte est constituée par de l'hématite rouge; ce fait prouve le rapport qui existe, dans cette partie de la péninsule, entre les masses de fer si abondantes dans le pays et les roches plutoniques.

MM. Fouqué et Michel-Lévy envisagent comme une porphyrite andésitique à oligoclase et à amphibole la seule roche éruptive connue à Minorque et découverte à Ferrugat par M. Hermite. Dans l'île de Majorque, les porphyrites sont abondantes d'après M. Adan de Yarza, qui en a décrit 9 échantillons recueillis par M. Vidal. Il y en a un certain nombre qui ne présentent qu'une base amorphe plus ou moins dévitrifiée, avec des cristaux de fer magnétique, tandis que d'autres offrent différents minéraux bien individualisés et de rares vestiges du magma primitif. Le plagioclase prédomine toujours, tandis que l'orthose fait défaut; l'augite ou la hornblende, suivant les cas, sont beaucoup plus rares.

(1) M. Quiroga a constaté dans une roche de Peguerinos (Avila) qu'il envisageait d'abord comme une diorite, mais qu'il a reconnue après comme une porphyrite, le changement extraordinaire de la hornblende en pyroxène. La roche est formée d'une pâte aphanitique avec de gros cristaux de hornblende, un peu de quartz et des taches d'un fin agrégat de quartz, grenat et hornblende; sous le microscope, on y voit en outre du pyroxène, du plagioclase, de la magnétite et des produits secondaires. Dans quelques cristaux de hornblende très bien caractérisés dans leur partie centrale, on voit, sur les bords, une brillante polarisation chromatique et même le fendillé propre de l'augite. C'est à cette lente transformation rétrograde qu'il faut attribuer, d'après M. Quiroga, l'existence des petits grains de pyroxène violacé qui se trouvent répandues dans toute la roche.

DIABASE.

R. Helmhacker. — *Ueber Diabas von Almaden und Melaphyr von Hanhoch-Tschermak.* Min. Mitheil. Vienne, 1877.
Macpherson. — *Estudio geol. y petrogr. del N. de la prov. de Sevilla.* B. C. M. G. E., vol. VI, 1879.
Macpherson. — *Descript. de algunas rocas que se encuentran en la Serrania de Ronda.* A. S. E., vol. VIII, 1879.
Macpherson. — *Apuntes petrograf. de Galicia,* A. S. E., vol. X, 1881.
Mallada. — *Reconocimiento geol. de la prov. de Córdoba,* B. C. M. G. E., vol. VII, 1880.
Barrois. — *Recherch. sur les terrains anciens de Galice.* Lille, 1882.
Calderon. — *Catalogo razonado de las rocas de la prov. de Ciudad-Real.* B. C. M. G. E, vol. X, 1884.
Calderon. — *Rocas erupt. de Almaden.* A. S. E., vol. XIII, 1884.

Le nord de l'Andalousie est sûrement une des régions les plus importantes du globe pour l'étude des diabases. Elles y constituent des montagnes (Castilblanco), des dykes dans le granite et dans les terrains azoïques et paléozoïques; c'est à ces masses de roches basiques qu'il faut attribuer la plus grande influence dans le relief actuel de la Sierra Morena.

Les caractères extérieurs des diabases andalouses varient depuis les variétés aphanitiques jusqu'aux variétés les plus grenues. Sous le microscope, elles présentent la composition normale dans cette famille de roches, ainsi que quelques autres caractères intéressants. Par exemple, l'altération du pyroxène produit deux séries de dérivés; la première, normale, donne de la chlorite et des produits serpentineux, tandis que dans la seconde série, ce minéral s'ouralitise, jusqu'à changer la roche en une diorite parfaitement caractérisée.

Les variétés de diabase les plus importantes de la province de Séville, de la Serrania de Ronda et d'Almaden sont les suivantes : diabases de couleur vert-foncé, à structure cristalline confuse, contenant de nombreux cristaux de feldspath vert-clair, empâtés porphyriquement (Cantillana); diabases différant des précédentes par leur structure plus cristalline; diabases cristallines avec de grands cristaux de feldspath blanc et de pyroxène bronzé, teintes par endroits par des produits chloritiques (Biar, Sierra de Cañuelo); diabases à structure cristalline, composées de cristaux très nets de feldspath vert-clair et tachées d'un minéral pyroxénique brillant dans les clivages (El Pedroso); et diabases cristallines, riches en grains de quartz (Almaden), quelquefois aussi riches en quartz que des porphyres quartzifères (Agudo, près d'Almaden).

A mon avis, il convient d'envisager comme diabases à olivine certaines roches de Chillon (Almaden) remarquables par la beauté de

l'olivine en cristaux porphyriques et dont la pâte ne diffère pas de celle des autres diabases cristallines de la même localité.

Dans les sierras de Guadarrama et de Gredos on trouve aussi des diabases. M. Quiroga, qui a examiné celles de Gredos dans la province d'Avila, me communique qu'elles présentent du labrador en beaux cristaux larges, maclés d'après les lois de l'albite et du péricline souvent associées ; de l'augite incolore sous forme de grandes plages entre les cristaux de plagioclase ; quelques produits analogues à la viridite, du fer titané et de l'apatite.

Dans les Asturies, la diabase n'est connue qu'en galets remaniés à l'époque houillère. D'après l'examen microscopique des feldspaths et la présence du quartz, il paraît y avoir deux types différents : celui des diabases andésitiques, et celui des diabases labradoriques. En Galice, les affleurements de ces roches sont mieux connus et présentent un certain intérêt lithologique. Elles sont si foncées qu'au premier abord on les croirait formées exclusivement par du pyroxène; le feldspath est caché par ce minéral. Mais sous le microscope, on voit le feldspath bien conservé, le pyroxène de contour irrégulier et en outre des produits chloritiques et des morceaux de fer magnétique.

OPHITE (1).

Macpherson. — *Sobre las rocas erup. de la prov, de Cadiz y su semejanza con las ofitas del Pirineo.* A. S. E., vol. V, 1876.
Quiroga. — *Ofita de Pando.* A. S. E., vol. V, 1876.
Calderon y Quiroga. — *Erupcion ofitica de Molledo.* A. S. E., vol. VI, 1877.
Calderon. — *Ofita de Trasmiera.* A. S. E., vol. VII, 1878.
Calderon. — *L'ophite d'Espagne* (*Archiv. des scienc. phys. et nat. de Genève*). vol. LXIV, 1878.
Adan de Yarza. — *Las rocas erupt. de Vizcaya.* B. C. M. G. E., vol, VI, 1879.
Adan de Yarza. — *Roca erupt. de Motrico.* B. C. M. G. E., vol. VI, 1879.
Adan de Yarza. — *Edad de las ofitas.* B. C. M. G. E., vol. IX, 1882.
L. Vidal y E. Molina. — *Reseña fis. y geol. de las islas Ibiza y Formentera.* B. C. M. G. E., vol. VII, 1880.
Kühn. — *Untersuch. über pyrenaeische Ophite. Inaug. Dissert.* Leipzig, 1881.
Macpherson. — *Estudio microsc. de la aerinita.* B. C. M. G. E., vol. IX, 1882.
Macpherson. — *Résumé d'une descrip. des roches mentionnées par M. Choffat.* B. S. G. F., 3e sér., vol. X, 1882.
Dieulafait. — *Mémoires sur les roches ophit. des Pyrénées.* C. R., 1882.
Virlet. — *Observations sur l'ophite des Pyrénées et le métamorphisme normal.* B. S. G. F., 3e sér., vol. X, 1882.

(1) La bibliographie de l'ophite étant très riche, je me bornerai à mentionner les travaux plus directement en rapport avec cette roche, telle qu'elle existe en Espagne.

Cortazar et Pato. — *Descrip. fis., geol., y agrol. de la prov. de Valencia.* M. C. M. G. E., 1882, p. 178.

Macpherson. — *Estudo petrogr. das ophites e teschenites de Portugal.* Jorn. de Sciencias. Lisboa, 1884.

L'ophite, regardée autrefois comme une roche caractéristique des Pyrénées, se trouve en Espagne très répandue dans la chaîne pyrénéenne, dans une certaine zone du Portugal et dans d'autres régions de la Péninsule. Hors de la région pyrénéenne où elle a été décrite par Palassou, de Charpentier, Zirkel et d'autres géologues, cette roche se trouve en abondance à la frontière limitrophe des provinces d'Alava, Logroño et Burgos, dans les provinces basques, dans quelques parties de la Catalogne, de Valence, de l'île d'Ibiza, du Portugal, et surtout dans la province de Cadix au midi, où M. Macpherson a reconnu sa grande extension.

Les éléments principaux de l'ophite sont le pyroxène et le feldspath triclinique à base de chaux, mais ces deux éléments ne suffisent pas pour caractériser le groupe tel qu'il est décrit par M. Macpherson, parce qu'il comprend de nombreuses roches à plagioclase, amphibole et augite, présentant des caractères propres, ainsi que de grandes différences entre elles, différences parfois considérables, mais toujours liées par des passages insensibles.

M. Macpherson partage les ophites en trois groupes : *Ophites compactes*, contenant du plagioclase disposé souvent en groupes étoilés, des grains de pyroxène en partie transformés en amphibole et en chlorite, noyés dans une pâte verdâtre, de petits grains de fer magnétique, de pyroxène et des microlithes de feldspath ; *ophites semi-cristallines* et *ophites cristallines noirâtres :* ces groupes ne présentent pas de traces de pâte amorphe. On peut rattacher à cette dernière catégorie, la plus ancienne, les *ophites cristallines vertes*, qui sont dues à la décomposition des ophites noirâtres, contiennent de l'augite, souvent diallagique et transformée en amphibole et en chlorite. On y rencontre plus rarement de l'épidote secondaire (abondant dans l'ophite de Vera, dans la Navarre), de l'hématite, du fer titané et de petits grains de quartz. M. Quiroga a trouvé dans des échantillons de Casares (Santander) et de Villora (Cuenca) du quartz comme dans les porphyres quartzifères ; peut-être ce résidu acide est-il un excédent de la constitution des silicates ? On y trouve deux sortes de produits inclus dont l'un est fluide ; dans une vacuole, longue de 0^m0095 et large de 0^m0071, nous avons vu une bulle mobile, et un cristal cubique de sel commun.

Quel est l'âge de cette roche ? Les uns la considèrent comme triasique, les autres comme plus récente. Les principales éruptions en

ont eu lieu, en effet, à la première de ces époques, mais on en a reconnu d'autres qui datent des périodes crétacée et éocène.

L'origine même des ophites est une question sur laquelle les géologues ne sont pas d'accord; quoique la plupart la considèrent comme ayant une origine éruptive, MM. Virlet d'Aoust, Garrigou, Magnan et Dieulafait admettent qu'elle se serait déposée chimiquement dans des mers qui auraient surtout reçu des sédiments empruntés aux roches primordiales, puis modifiés par des actions métamorphiques normales.

Ce qui est certain, c'est que partout où elle a apparu, elle a transformé les roches qu'elle a traversées en roches d'aspect triasique, en produisant des phénomènes de contact identiques dans l'Andalousie et dans les Pyrénées.

DIABASITE.

Macpherson. — *Estudio geol. y petrogr. del N. de la prov. de Sevilla.* B. C. M. G. E., vol. VI, 1879.
Calderon. — *Catalogo razonado de las rocas erup. de la prov. de Ciudad-Real.* B. C. M. G. E.. vol. X, 1884.
Calderon. — *Rocas erup. de Almaden.* A. S. E., vol. XII. 1884.

Sous le nom de diabasite, nous avons étudié, M. Macpherson et moi, une série de roches qui correspondent à la diabas-porphyrite des Allemands, et qui sont les représentants les plus anciens des roches basiques du midi de l'Espagne. Son gisement le plus important se trouve au pied de la sierra de Chiclana, mais elle se rencontre encore, formant des couches interstratifiées, dans d'autres endroits de la province de Séville et à Almaden.

Ces roches ont souvent une structure aphanitique, et quand elles offrent des cristaux porphyriques de feldspath, ces cristaux sont mal définis. Elles ont une composition analogue à celle des diabases, mais elles ne s'en distinguent pas seulement chronologiquement, mais encore pétrographiquement, par la présence d'une base hyaline, parsemée d'un minéral pyroxénique et d'une grande quantité de matière chloritique.

MÉLAPHYRE.

H. Hermite. — *Études géologiques sur les îles Baléares*, 1re partie. Paris, 1879.
Calderon. — *Catalogo razonado de las rocas erup. de la prov. de Ciudad-Real.* B. C. M. G. E., vol, X, 1884.
Calderon. — *Rocas eruptivas de Almaden.* A. S. E., vol. XIII, 1884.

La région d'Almaden est la seule de la Péninsule qui ait fourni jusqu'ici des mélaphyres en abondance, bien caractérisés sous les

rapports géologique et minéralogique. Ce sont des roches compactes, pesantes, noires ou vert-foncé, qui montrent, sous le microscope, du labrador porphyrique en belles macles présentant parfois la combinaison du péricline et de l'albite, de l'olivine en cristaux nets, presque insensibles à la lumière polarisée, enfin de l'augite généralement rare, cachée par divers produits d'altération et de la magnétite. Ordinairement il y a une base abondante, et la structure fluidale est bien perceptible.

MM. Fouqué et Michel-Lévy rapportent aux mélaphyres la plupart des roches éruptives de Majorque. Ce fait est intéressant, puisque toutes ces roches ont traversé les couches jurassiques. Ces mélaphyres sont analogues par leur composition et par leur structure à certains mélaphyres permiens des Vosges, de Saxe et d'Oberstein. Parmi les grands cristaux, domine la fayalite avec la particularité d'offrir le dichroïsme et des clivages de l'hypersthène ; les microlithes feldspathiques appartiennent à l'oligoclase (Tuent, Aubarca, Buñola) ou au labrador (Noval de Andraitx, Esporlas) et ceux du pyroxène sont plus rares. Il existe encore dans la roche du mica noir, une pâte vitreuse pointillée et du quartz secondaire.

EUPHOTIDE

Macpherson. — *Estudio geol. y petrogr. del N. de la prov. de Sevilla.* B. C. M. G. E., vol. VI, 1879.

Au midi de la ville de Cazalla, et des deux côtés du chemin qui conduit à la fabrique du Pedroso, il existe un très bel affleurement d'euphotide. Il se trouve dans les schistes et calcaires probablement cambriens de cette région. D'autres masses qui existent dans la province ne sont pas si belles.

La roche est granitoïde et se compose de grandes plaques brillantes de diallage bronzé et de grands cristaux de feldspath vert-clair ; elle contient aussi un peu de pyrite et d'épidote, du fer magnétique et de l'amphibole en relation avec le diallage.

GABBRO

Mallada. — *Reconocimiento geolog. de la prov. de Córdoba.* B. C. M. G. E., vol. VII, 1880.

M. Mallada mentionne une roche spéciale tenace, qui affleure à Peñaladrones de Belmez, dans la province de Cordoue ; elle est dépourvue de feldspath, contient beaucoup de serpentine, et doit, d'après M. Macpherson, se rapporter à un *Forellenstein*.

NORITE

Macpherson. — *Descrip. de algunas rocas de la Serrania de Ronda.* A. S. E., vol. VIII, 1879.

Près d'Istan, sur le chemin de Monda, se trouve, dans le granite, une roche noire, cristalline, constituée par un magma hyalin feldspathique, empâtant de nombreux petits fragments d'enstatite et de fer magnétique; c'est une véritable norite. Dans la salbande elle se charge de cristaux de bronzite.

TESCHENITE

Macpherson. — *Résumé d'une descrip. de roches mentionnées dans une note de M. Choffat.* B. S. G. F., 3e série, vol. X, 1882.

Macpherson. — *La teschenita y otras rocas de la Peninsula.* B. I. L., vol. VI, 1882.

Macpherson. — *Estud. petrograph. das ophites e teschenites de Portugal.* Jorn. de Sciencias. Lisboa, 1884.

Un ensemble intéressant de roches groupées sous ce nom, a été trouvé en Portugal. Le gisement le plus caractéristique traverse les couches crétacées, près de la côte maritime, à Cezimbra ; dans le fort d'Alqueidao, il y a un terme intermédiaire qui a quelques points communs avec les ophites.

La structure des teschenites est tout à fait cristalline, et au microscope on y découvre les minéraux suivants : feldspath plagioclase, probablement du labrador ; amphibole très beau et pyroxène, qui jouent dans ces roches un rôle important ; néphéline irrégulièrement répandue ; analcime en plages de même aspect que celles du quartz dans le granite ; magnétite et apatite. Les produits accidentels sont la chlorite et quelques plages zéolitiques, probablement de natrolite et de calcite. Ces teschenites portugaises sont tout à fait analogues à celles de Moravie.

Dans la roche d'Alquindao, l'amphibole disparaît entièrement, tandis que le pyroxène prend un faciès diabasique ; la base reste complètement semblable à celle des teschenites, paraissant former ainsi un type intermédiaire entre ces roches et les diabases de la contrée.

SERPENTINE ET PÉRIDOTITE

Macpherson. — *Breves apuntes acerca del origen peridótico de la serpentina de la Serrania de Ronda.* A. S. E., vol. IV, 1876.

Macpherson. — *On the origine of the serpentine of the Ronda Mountains.* Madrid, 1876.

Macpherson. — *Estudio geol. y petrogr. del N. de la prov. de Sevilla.* B. C. M. G. E., vol. VI, 1879.
Macpherson. — *Descrip. de algunas rocas de la Serrania de Ronda.* A. S. E. vol. VIII, 1879.
Macpherson. — *Apuntes petrogr. de Galicia.* A. S. E., vol. X, 1881.

La serpentine forme une protubérance colossale dans la Serrania de Ronda, où son gisement et ses relations avec les terrains stratifiés établissent son origine hypogénique. Au sein de cette masse se trouvent des péridotites, sous forme de noyaux homogènes. M. Macpherson a pu suivre, en examinant un grand nombre d'échantillons, les phases de la transformation de ces péridotites en serpentine, transformation qui n'est pas immédiate, et dans laquelle le quart de la base du péridot est remplacée par deux molécules d'eau.

Les péridotites empâtées dans la masse de la serpentine entre Tolox et Manilva dans la Serrania de Ronda, se rapportent à trois intéressantes variétés. A la première appartiennent des roches correspondant à la dunite de la Nouvelle-Zélande, décrite par Hochstetter, dans laquelle le péridot joue un rôle prépondérant. Celles de la seconde variété sont constituées par une grande quantité de diopside chromifère, de péridot et un peu d'enstatite (lherzolite), tandis que celles de la troisième variété sont formées par une agrégation curieuse de pyroxène, de péridot et de grands morceaux de pléonaste. Ce dernier type se rapproche, d'après M. Macpherson, des picrites ou de certaines roches décrites par M. Daubrée comme provenant de l'Oural, servant de matrice aux minéraux du groupe du platine.

Le Barranco de San Juan en Sierra Morena offre aussi un gisement de serpentine extrêmement étendu, et dont les caractères ont beaucoup de ressemblance avec ceux de la roche que je vais mentionner.

Quoique bien moins importants que ces massifs serpentineux de l'Andalousie, on doit citer en Galice quelques dykes de la même roche (1). Près Santa-Maria de Ortigueira dans les schistes chloritiques et amphiboliques, il existe un dyke de serpentine vert-foncé, avec de petites veinules de chrysolite arbestiforme et des particules

(1) On a confondu longtemps en Galice avec la serpentine, jusqu'aux études de M. Macpherson, une roche fréquente au nord-ouest, et connue dans le pays sous le nom de *deolo*. On l'y emploie dans la construction. Elle consiste en une agrégation curieuse de deux minéraux de propriétés bien différentes : le talc et le carbonate magnésien (giobertite). Sous le microscope, on voit une étrange structure, où les fragments de carbonate magnésique sont enveloppés dans un tissu de filaments et quelques plages de chlorite ; le tout est entouré de grains de magnétite.

irrégulières, brillantes de diallage. Cette serpentine, comme celle du centre de la Galice (Larazo et Mellid) et celles de la Sierra Nevada, ont une structure microscopique différente de celle de la Serrania de Ronda ; elles ne semblent pas dues comme celle-ci à une hydratation d'un péridot. En effet, dans les serpentines de la Serrania de Ronda, on trouve les restes du péridot, tandis que dans toutes les autres que nous venons de mentionner, de semblables débris font absolument défaut, et on y reconnaît par contre une structure fibreuse, dans laquelle on voit les traces des clivages pinacoïdes du diallage.

PICRITE

Macpherson. — *Estudio geol. y petrogr. del N. de la prov. de Sevilla.* B. C. M. G. E., vol. VI, 1879.

M. Macpherson a trouvé un dyke isolé de cette roche remarquable, coupant la grande masse porphyrique du Castillo de las Guardas. Elle est d'une couleur verte et présente de nombreuses particules ressemblant à de la bastite. Sous le microscope, elle se compose d'un réseau de serpentine dont les mailles entourent de petits fragments d'un minéral ressemblant à de l'enstatite, mais appartenant plutôt au pyroxène par ses caractères optiques ; il se charge parfois de fer magnétique. On trouve en outre dans la roche certains minéraux curieux, tels que du mica chromifère en fils fins de couleur verte, des fragments appartenant probablement au péridot, et quelques petits morceaux ressemblant à de l'anorthite.

LIPARITE

Calderon. — *Estudio petrograf. de las rocas volc. del Cabo de Gata.* B. C. M. G. E., vol. IX, 1882.

J'ai laissé jusqu'ici de côté tout ce qui était relatif aux roches volcaniques, quoique m'éloignant ainsi de l'ordre généralement établi dans les tableaux pétrographiques, afin de présenter ensemble tous les matériaux réunis sur les régions volcaniques de l'Espagne.

La région du cap de Gata, où se trouvent les roches que je vais décrire d'abord, s'étend au sud-est de la province d'Almeria, depuis la Rambla de las Granatillas jusqu'au château de San Francisco, formant presque toute la côte maritime, depuis le cap de Gata jusqu'à Mojacar. Ces roches volcaniques sont des trachytes, des liparites et des andésites, on n'a pas observé de phonolites, de basaltes, ni aucune roche à olivine.

La liparite se trouve avec abondance à Nijar, à la Sierra del Cabo

et en d'autres endroits du cap de Gata, ce qui est d'autant plus remarquable que les roches éruptives acides modernes sont très rares en Espagne. Je ne connais pas d'autre indication sur l'existence dans la péninsule de semblables roches (1).

A Gata, la liparite a l'aspect ordinaire des trachytes, quoique un peu plus compacte et présentant des grains de quartz visibles à l'œil nu. Sous le microscope, on remarque le limpidité de ce quartz, et on découvre en plus : la sanidine, en cristaux vitreux, contenant beaucoup d'inclusions vitreuses ; le plagioclase abondant, le mica magnésien et la hornblende ; des minéraux accessoires (opale, calcédoine), et une matière vitreuse abondante.

Nous avons reconnu dans la Sierra del Cabo de Gata un véritable tuf liparitique, espèce lithologique qui n'était encore décrite en aucun autre endroit.

TRACHYTE

Adan de Yarza. — *Las rocas erup. de Vizcaya.* B. C. M. G. E., vol. VI, 1879.
Çalderon. — *Estudio petrogr. sobre las rocas volc. del Cabo de Gata.* B. C. M. G. E., vol. IX, 1882.

De même que la liparite, le trachyte n'a encore été trouvé en Espagne d'une manière évidente qu'au cap de Gata. J'ai partagé les variétés de cette localité en :

1. Trachyte sodalitique avec innombrables pores microscopiques, beaucoup de sodalite, mélilite, et une abondante base vitreuse, ressemblant à certains types de l'Auvergne (Collado de la Cruz del Muerto) ;

2. Trachyte hornblendique à cristaux macroscopiques de sanidine et de hornblende, un peu de plagioclase et une base vitreuse abondante (Carboneras, Sierra del Cabo) ;

3. Trachyte biotitique, dans lequel le mica remplace presque entièrement l'amphibole (Nijar) ;

4. Trachyte plagioclasique, avec des macles et des individus simples de feldspath triclinique ; sa composition résume celle de tous les autres groupes (Cañada del Corralete, Cuesta de la Granatilla, etc.).

On trouve en outre dans la région, des brèches et des conglomérats trachytiques.

(1) MM. de Verneuil et Collomb ont mentionné aussi la liparite en un petit affleurement entre Griegos et Orea (province de Teruel) ; mais quoique la composition de la roche témoigne en faveur de cette détermination, d'après M. Delesse, la connaissance de l'âge de l'éruption peut seule résoudre la question de savoir s'il s'agit d'une véritable liparite ou d'un porphyre.

Dans le Morron de los Genoveses, il y a un *pechstein* consistant en un verre brun-clair à microlithes fibreux d'augite et grains de magnétite.

A une lieue et demie au nord de Bilbao, s'élève le mont Axpe, constitué en majeure partie par une roche compacte, blanche ou rougeâtre. D'après M. Adan de Yarza, elle montre sous le microscope la structure fluidale et est composée de feldspath sanidine et de plagioclase prédominant, enfin de quartz du magma fondamental et de fer magnétique. On n'a pas trouvé dans la roche de bisilicate, mais il s'est vraisemblablement transformé en produits chloritiques. MM. Quiroga et Breñosa, qui ont examiné ladite roche, n'ont pas pu contrôler l'existence du plagioclase; ils ont trouvé un magma constitué par des microlithes d'orthose, du quartz secondaire, de la calcite provenant de l'amphibole (?) et de la titanite, enfin du leucoxène dérivé de l'ilmenite.

ANDÉSITES.

H. Hermite. — *Études géologiques sur les îles Baléares*, 1re partie, Paris, 1879.
L. Vidal y E. Molina. — *Reseña de las islas Ibiza y Formentera*. B. C. M. G. E., vol. VII, 1880.
Macpherson. — *La teschenita y otras rocas erupt. de la Peninsula*. B. J. L., vol. VI, 1882.
Szabó. — *Der Granat und der Cordierit in den Trachyten Ungarns*. N. J., 1881.
Calderon. — *Estudio petrogr. sobre las rocas volc. del cabo de Gata*. B. C. M. G. E., vol. IX, 1882.

La région de Gata est encore la seule contrée classique d'Espagne pour les andésites, en y rapportant d'autres roches éruptives de la même province d'Almeria, celles de l'île d'Alboran et celles de Carthagène. En dehors d'elles, il n'y a que des indications peu importantes.

Je décrirai successivement l'andésite augitique et enstatitique, l'andésite amphibolique, l'andésite micacée quartzifère et les tufs andésitiques.

1. *L'andésite augitique*, si abondante au cap de Gata et dans l'île d'Alboran, avait été regardée comme un basalte, par son apparence extérieure. J'ai pu cependant démontrer, par l'examen d'un assez grand nombre d'échantillons, qu'elle ne présente pas d'olivine, ou du moins très rarement et avec un caractère tout à fait accessoire, comme dans les roches de Santorin, analogues aux nôtres, étudiées par M. Fouqué. Ce sont des roches typiques formées d'une base vitreuse, qui renferme de beaux cristaux d'augite et de plagioclase albite et oligoclase) et de la magnétite. Comme minéraux acciden-

tels il y a quelquefois de la sanidine, de la hornblende et de l'olivine.

M. Macpherson, qui a eu l'occasion d'examiner l'andésite de Vicar, située plus au nord que celles que je viens de mentionner, a constaté chez elle une composition et une structure assez curieuse. En effet elle contient quelques petits grains de quartz, du plagioclase et un élément ferro-magnésien rapporté à l'enstatite. Cette composition diffère beaucoup de celle des andésites du cap de Gata que je connais, et par contre elle est analogue à celle d'un autre groupe, que je vais mentionner.

M. Quiroga m'a fait connaître une série bien intéressante d'andésites qu'il étudie, provenant des îles du Mar Menor à Carthagène. Ce sont des andésites à augite et enstatite avec quartz, présentant dans une base vitreuse des microlithes d'augite et d'oligoclase; comme éléments porphyriques elles contiennent du labrador, de l'augite presque incolore et de l'enstatite d'aspect fibreux. Le quartz hyalin forme des grains tantôt isolés, tantôt groupés sous forme de taches visibles parfois à l'œil nu.

2. *L'andésite amphibolique* est beaucoup moins abondante que l'andésite augitique, mais elle est bien caractérisée dans les éruptions du cap de Gata et à l'île d'Ibiza, dans les vallées du Figueral et San Vicente. Pour ce qui concerne la composition, elle ne diffère pas de celle des régions classiques; il suffit de remarquer que l'on peut suivre dans plusieurs individus porphyriques tous les passages de la transformation de l'augite en hornblende. A mon avis, c'est de cette roche que proviennent toutes les célèbres hornblendes volcaniques de Gata, qui font partie des collections minéralogiques d'Europe.

3. *L'andésite micacée quartzifère* est une roche curieuse et relativement abondante à l'Hoyazo, Cerro del Cigarron y del Garbanzal, dans le cap de Gata. Elle se compose de beaux grains de plagioclase que l'on prendrait quelquefois pour des sphérules d'orthose, de mica magnésien, d'un peu de hornblende, de quartz, de grenat et de cordiérite, dans une pâte vitreuse jaune, à microlithes de feldspath et de hornblende. Je considère cette roche comme le résultat de l'emprisonnement dans une pâte andésitique, de différents minéraux provenant de la désagrégation des masses granitique et gneissique voisines.

4. J'ai décrit sous le nom de *dacites* certaines roches composées essentiellement de plagioclase, hornblende, quartz et d'une base vitreuse, enfin accessoirement de mica, de sanidine et de magnétite, qui se trouvent près de Nijar et dans la sierra du cap de Gata. Elles correspondent à deux types dont l'un est riche en plagioclase et possède une base silico-granuleuse qui lui prête un aspect de porcelaine,

tandis que dans l'autre la hornblende est abondante, le plagioclase, en moindre quantité, est associé à un peu de sanadine (Cueva de los Genoveses).

5. Il y a à Gata des *tufs andésitiques* dus, à mon avis, à des formations volcaniques sous-marines et à des roches fragmentaires, mais je n'ai pas vu de tufs dus à des sables ni à des lapillis, ni aucune autre preuve que les éruptions de la contrée aient été accompagnées de phénomènes violents.

Une localité de Majorque, le Puig de Lofre, fournit des échantillons d'un tuf andésitique, selon MM. Fouqué et Michel-Lévy. Comme grands cristaux, ils signalent la sanidine et l'oligoclase, et accessoirement l'apatite et le zircon inclus dans le feldspath. Tous deux sont en grande partie transformés en opale et en serpentine.

Les échantillons des îles Columbretes déposés au Musée d'histoire naturelle de Madrid appartiennent aussi aux tufs andésitiques à amphibole porphyrique.

BASALTE.

H. Hermite. — *Études géolog. sur les îles Baléares*, 1re partie, Paris, 1879.
L. Carez. — *Étude de terr. cretacés et tertiaires du N. de l'Espagne*, Paris, 1881.
Landerer. — *Las revoluciones del globo lunar*. A. S. E.. vol. XI, 1882.

La localité la plus importante d'Espagne pour la recherche du basalte feldspathique est le district d'Olot en Catalogne. On sait depuis Lyell que la totalité de la surface recouverte par les produits volcaniques n'a pas plus de 27 kilomètres du nord au sud, et environ 30 kilomètres de l'est à l'ouest, formant deux coulées de lave, celles de Castell-Follit et de Cellent.

Plusieurs échantillons de ces laves, recueillis par M. Carez et examinés au microscope par M. Michel Lévy et par M. Landerer, se sont montrés très uniformes; ils ne différaient entre eux que par la plus ou moins grande proportion de matière vitreuse qu'ils contenaient; mais MM. Quiroga et Breñosa, plus heureux dans leurs recherches, m'ont communiqué qu'il y existait des basaltes feldspathiques différents et d'autres néphéliniques.

Les basaltes feldspathiques de Castell-Follit présentent, à l'état porphyrique, de la magnétite, de l'olivine fraîche contenant des inclusions, de l'augite en individus simples et à structure zonaire, du plagioclase en cristaux polysynthétiques peu marqués. M. Michel Lévy mentionne quelques grands cristaux d'anorthite. La pâte se compose de microlithes de labrador abondants, d'augite en petits prismes et de magnétite en granules ou sous forme de baguettes

réunies suivant les angles de l'octaèdre. Elle contient aussi un verre incolore plus ou moins abondant, par suite du refroidissement plus ou moins brusque de ces laves. M. Breñosa croit que certains échantillons de Castell-Follit doivent être envisagés comme le passage inconnu des basaltes feldspathiques aux basaltes néphéliniques; il a reconnu dans les espaces hyalins qui se trouvent parmi les cristaux de la pâte, une substance douée d'une faible action sur la lumière polarisée et qui, traitée par l'acide chlorhydrique, donne dans le résidu des cristaux de sel commun.

Il y a à Todo o Mundo, près Lisbonne, un basalte bien caractérisé, remarquable par la présence d'innombrables trichites dans un verre transparent. M. Macpherson étudie cette belle roche, qui n'a pas encore été décrite jusqu'ici.

MM. Fouqué et Michel Lévy envisagent comme un basalte franc, la roche éruptive de Vignoles, près Soller, dans l'île de Majorque. Elle renferme du péridot en grands cristaux et des microlithes de labrador, de pyroxène, et du fer oxydulé avec de la matière amorphe abondante.

BASALTE NÉPHÉLINIQUE.

Schulz. — *Descripcion geogn. de Galicia.* Madrid, 1835.
Quiroga. — *Estudio micrograf. de algunos basaltos de Ciudad-Real.* A. S. E., vol. IX, 1880.
Macpherson. — *Apuntes petrograf. de Galicia.* A, S. E., vol. X, 1881.

La région volcanique de la Manche, comprise entre les monts de Tolède au nord et la vallée d'Alcudia y Sierra de Almaden au sud, occupe de l'est à l'ouest une étendue de plus de 24 lieues. Elle est riche en volcans stratifiés et homogènes, en tufs et en lapillis. Une partie de ces roches ont été examinées par M. Quiroga, qui leur a trouvé une composition très pauvre, réduite à un magma néphélinique, empâtant des fragments d'olivine, un peu d'augite et de magnétite. On n'y a constaté ni feldspath, ni mélilite, ni apatite.

M. Breñosa de la Granja m'a fait connaître le résultat de ses recherches sur quelques basaltes néphéliniques de la même contrée. Il a remarqué que l'augite et l'olivine sont les éléments de première consolidation; il a pu suivre dans le second temps la transformation de cette dernière espèce en arragonite, ce qui le porte à croire que cette substance ne dérive pas de l'augite, comme M. Quiroga l'avait pensé, mais bien d'une olivine calcique voisine de la monticélite. Dans un autre échantillon de Castillejo de Puercos, près Puertollano, le même pétrographe a trouvé de la néphéline parfaitement caracté-

risée sous forme de sections rectangulaires et hexagonales plus ou moins régulières, ce qui est très rare dans ces roches de la vaste région volcanique de la Manche.

M. Quiroga possède des préparations de roches de la Serrania de Cuenca et du district d'Olot en Catalogne, présentant la même composition et la même structure que celles dont je viens de parler.

Enfin, en Galice, dans ce massif des roches anciennes de l'Espagne, existe un filon isolé entre Lazaro et Las Cruces, que M. Schulz fit connaître le premier. M. Macpherson, qui l'a étudié microscopiquement, l'a trouvé tout à fait analogue à ceux qui ont été décrits dans la Manche par M. Quiroga et qui font partie du groupe des *Nephelinbasaltit* de M. von Lassaulx.

LIMBURGITE.

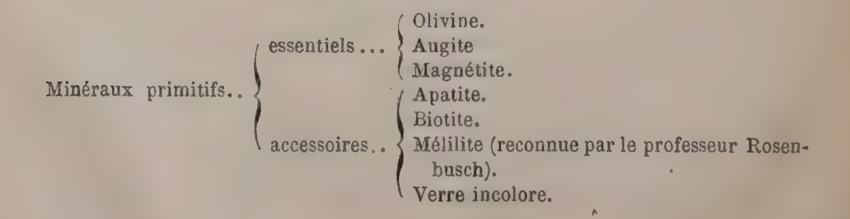
Macpherson in Botella. — *Reseña fis. y geol. de la region S. O. de la prov. de Almeria.* B. C. M. G. E., vol. IX, 1882.

Calderon. — *Estudio petrogr. sobre las rocas del cabo de Gata.* B. C. M. G. E. vol. IX, 1882.

Quiroga. — *La limburgita de Nuévalos.* A. S. E., vol. XIII, 1884.

A Cuevas de Vera, dans la province d'Almeria, existe une espèce d'obsidienne limburgitique extrêmement curieuse, dont l'éclat rappelle celui de certains pechsteins. Elle présente encore de belles fissures perlitiques qu'on n'a jamais signalées dans les limburgites. On voit au microscope, dans un verre abondant et limpide, de l'olivine avec des inclusions de picotite et du mica comme éléments porphyriques, tandis que l'augite n'existe régulièrement qu'à l'état de microlithes.

M. Quiroga connaît d'autres limburgites d'Olot, dans lesquelles on voit des individus d'olivine rares, et une base abondante, avec de nombreuses bulles gazeuses et microlithes d'augite. Mais l'attention de ce pétrographe s'est surtout fixée sur une limburgite formant un petit affleurement isolé, près de Nuévalos, dans la province de Saragosse. La composition de cette roche est la suivante :


Minéraux primitifs..
essentiels ... Olivine. Augite Magnétite.
accessoires.. Apatite. Biotite. Mélilite (reconnue par le professeur Rosenbusch). Verre incolore.

Minéraux dérivés. . . . .
- Serpentine dérivant de l'olivine.
- — — de l'augite.
- — — de l'enstatite.
- Diopside dérivant de l'augite.
- Calcite dérivant de l'olivine.
- Chlorite, rare.

La base de cette roche est formée par une serpentine qui semble provenir de l'enstatite, dans laquelle sont éparpillés des microlithes abondants d'augite, d'apatite, de biotite, de magnétite et surtout d'olivine serpentinisée; celle-ci forme la moitié de la roche. Le verre est rare et disposé en granules isolés. Il y a encore de l'augite porphyrique dont les bords se conservent purs, tandis que l'intérieur est serpentinisé et rempli de granules d'olivine. De cette double serpentinisation dérive le diopside qui se trouve dans la roche.

M. Quiroga ajoute une considération générale importante par laquelle nous finirons cette esquisse. Il suppose que l'éruption de Nuévalos est en relation avec celle de la Manche, par l'intermédiaire d'un basalte à biotite qui existe dans la Serrania de Cuenca, et que ces trois massifs de roches volcaniques sans feldspath sont disposés suivant une ligne normale à la grande faille de l'Ebre. Parallèlement à cette ligne, s'en trouve une autre, nommée par lui *ligne littorale méditerranéenne*, qui s'étend depuis l'île d'Alboran, par le cap de Gata, les îles Columbretes et Ibiza jusqu'à Olot, dans la Catalogne, ligne dont la moitié inférieure est jalonnée par des roches andésitiques et la moitié supérieure par des basaltes feldspathiques.

M. **Vélain** offre à la Société son *Traité de géologie stratigraphique* et une brochure sur *les Volcans*.

M. **Jannettaz** présente un ouvrage intitulé : *les Roches* (1), contenant les descriptions et l'analyse au microscope de leurs éléments minéralogiques et de leur structure.

M. Bertrand fait la communication suivante :

Coupes de la chaîne de la Sainte-Beaume (*Provence*).

Par M. **M. Bertrand.**

Pl. VI et VII.

La partie de la Provence qui, de Marseille à Toulon, Draguignan et Grasse, borde au nord la chaîne des Maures, présente au point de vue

(1) Paris, in-12, 1884.

stratigraphique de nombreux accidents, très variés et très spéciaux, au milieu desquels la structure d'ensemble de la région est particulièrement difficile à reconnaître. Des failles à contours extraordinairement sinueux, peuvent s'y suivre sur de longs espaces, et isolent entre elles, soit des bandes étroites aux allures très tourmentées, soit de grandes régions, comme le bassin du Beausset et les bords du Gapeau, où tout est régulier et où les couches ont à peu près conservé l'horizontalité primitive. D'autres failles se ferment complètement, comme celles du Faron et du Coudon. Mais rien jusqu'ici ne m'avait rappelé cette série de chaînons et de plissements qui, pour les Alpes et le Jura par exemple, permettent de rattacher la formation de la chaîne dans son ensemble à l'action d'une puissante pression latérale.

La chaîne de la Sainte-Beaume au contraire reproduit avec évidence sur une longueur de 15 kilomètres, un de ces phénomènes de « plis couchés », fréquents dans les régions alpines. Les exemples en sont assez rares en France pour mériter d'être signalés ; mais ce qui me semble de plus prêter à la chaîne un intérêt spécial, c'est la netteté avec laquelle elle montre le passage des plis à des failles bien accentuées, et la diversité des apparences produites à de faibles distances par un même effort orogénique.

Coquand, dans un mémoire publié en 1864, avait reconnu le renversement du massif de la Sainte-Beaume ; mais ses études, en dehors de la région des lignites du plan d'Aups, ont sans doute été un peu hâtives ; car la coupe donnée par lui contient d'assez nombreuses erreurs de détails et masque plutôt qu'elle ne le montre, le mouvement d'ensemble qui a donné à la chaîne sa structure actuelle. Il semble d'ailleurs s'être surtout occupé du versant septentrional, compris entre la crête et la route de Brignoles ; or, cette région est, au point de vue géologique, tout à fait distincte du pli même de la Sainte-Beaume ; elle présente des accidents plus complexes, et je n'en parlerai pas dans cette note. Notre confrère, M. Collot, qui termine en ce moment le tracé des contours de la feuille d'Aix, et avec qui j'ai eu le regret de ne pouvoir cet automne parcourir la région, sera mieux préparé que moi pour en donner la description.

Description sommaire des terrains. — Je rappellerai d'abord brièvement les caractères des terrains qui entrent dans la composition du massif, et les variations d'épaisseur ou de faciès qu'ils présentent dans cette partie de la Provence ; cette première donnée est nécessaire pour se rendre compte, dans les coupes, de la part qui revient aux actions mécaniques.

Le Muschelkalk se compose de 80 mètres de calcaires noirâtres, très analogues à ceux qui caractérisent le même niveau dans le Nord de la France ; il contient souvent à la base des dolomies passant aux cargneules, et au sommet de gros bancs très fossilifères, notamment pétris de *Terebratula vulgaris.* Au-dessus, des cargneules, avec intercalations irrégulières de marnes bariolées, et lentilles de gypse à la partie supérieure, représentent l'étage des Marnes irisées.

L'Infralias débute par une alternance de calcaires en plaquettes, couverts d'*Avicula contorta*, de calcaires lumachelliques (*Plicatula intustriata*) et de marnes vertes feuilletées ; l'ensemble atteint une trentaine de mètres, et est couronné par de gros bancs d'un calcaire compact blanc ou blanc sale, rappelant un peu ceux du Jurassique supérieur, et se distinguant nettement, même à distance dans les escarpements, des terrains plus délitables qui les entourent ; j'y ai trouvé près de Cuers des baguettes d'oursins. Puis vient sur une série de 60 à 80 mètres, une série de calcaires blancs dolomitiques, dont la constance a été reconnue dans tout le Midi, depuis les Pyrénées et le Languedoc, jusqu'à la région de Nice ; M. Jeanjean y a signalé dans le Languedoc l'*Ammonites angulatus ;* en Provence, ils semblent complètement dépourvus de fossiles. Je me conformerai dans cette note à l'usage, généralement adopté dans le Midi depuis les travaux de M. Dieulafait, en désignant cet ensemble sans distinction sous le nom d'Infralias. Depuis Foix jusqu'à Toulon, il est uniformément recouvert par le Lias moyen ; mais de là, en s'avançant vers l'est, il semble y avoir eu transgressivité des étages supérieurs ; entre Draguignan et le Var, il est surmonté par le Bajocien, et de l'autre côté du Var, par des dolomies cristallines que M. Potier rapporte au Bathonien.

Le Lias est formé partout, entre Aubagne et Toulon, de calcaires à silex, bleus ou d'un gris roussâtre, d'un aspect assez uniforme, et de 100 mètres de puissance environ. Les fossiles y sont abondants : *Gryphœa cymbium*, *Terebratula numismalis*, *T. Jauberti*, *Pecten œquivalvis*, pour le Lias moyen ; *Belemnites tripartitus*, *Ammonites radians*, pour le Lias supérieur.

Des calcaires marneux d'une grande épaisseur (150 m.) lui succèdent. Les dix ou quinze premiers mètres représentent par leurs fossiles les trois zones du Bajocien : la *Lima heteromorpha* repose sur les derniers bancs à silex, puis vient la zone à petites Ammonites ferrugineuses (*Ammonites Sowerbyi*), récemment découverte et décrite par notre confrère M. Zurcher (1) ; les bancs suivants sont caractéri-

(1) *Bull. Soc. Géol.*, 3e série, t. XIII, p. 9.

sés par les empreintes de *Cancellophycus scoparius*, particulièrement abondantes auprès de Cuges, où elle sont accompagnées de nombreuses Ammonites de la zone à *A. humphriesianus*. Le reste de l'étage marneux représente le Bathonien inférieur (avec *Amm. tripartitus* et *A. Parkinsoni*). Cet ensemble se montre avec toute sa puissance sur les deux flancs de la Sainte-Beaume ; mais il s'amincit rapidement du côté de Marseille (Vaufrège) et d'Aix.

Autour de Toulon, des marnes jaunâtres et des calcaires grumeleux à entroques, avec une faune très riche, surtout en oursins et en Terebratules (*Ter.* cf. *flabellum*), sont encore à rattacher au Bathonien inférieur ; mais autour de la Sainte-Beaume, les calcaires marneux sont directement surmontés par des calcaires compacts, à cassure vive et à teinte légèrement rougeâtre.

Ces calcaires représentent le Bathonien moyen et ont une épaisseur très variable. A Saint-Hubert, les marnes jaunâtres micacées et les calcaires marneux qui viennent au-dessus contiennent la faune la plus élevée du Bathonien (faune de Ranville), mais ces dernières couches ne se montrent qu'exceptionnellement.

La série jurassique se termine par une grande masse de dolomies et par des calcaires blancs (ancien Corallien du Midi). La dolomie (de 150 à 300 mètres), est absolument dépourvue de fossiles. Elle se comporte d'après une comparaison sommaire des coupes successives, comme si elle ravinait les couches sous-jacentes, ce qui veut simplement dire que le faciès dolomitique suivant les lieux descend plus ou moins bas dans la série : du côté de Marseille (massif de Carpiagne), il ne commence qu'au-dessus du Kellovien et de l'Oxfordien, *sensu lato*, (zones à *Ammonites transversarius* et *A. tenuilobatus*) (1) ; à l'est, dans la région de Grasse, l'Oxfordien calcaire et fossilifère vient s'intercaler dans la série dolomitique. Sur plusieurs points près de Toulon, les dolomies alternent avec les calcaires bathoniens. Il résulte de là que l'ensemble des dolomies, inséparable sur une carte géologique, doit être considéré comme remplaçant, suivant les lieux, un nombre différent de termes de la série jurassique, entre le Bathonien et les calcaires blancs.

Ces derniers n'ont guère autour de Toulon que 40 mètres d'épaisseur. Je n'y ai trouvé jusqu'ici que quelques Nérinées et Rhynchonelles peu déterminables. Auprès de Cuges, ils prennent une épaisseur beaucoup plus grande, et contiennent de nombreuses baguettes de *Cidaris* du type du *glandifera*. Sur le versant nord de la Sainte-

(1) Je dois ce dernier renseignement à M. Coste, qui étudie depuis longtemps les environs de Marseille et a bien voulu me guider dans le massif de Carpiagne.

Beaume, les alternances de dolomies et de calcaires blancs atteignent un développement considérable.

Le Néocomien se compose d'alternances de calcaires marneux et de calcaires gris compacts, qui, auprès de Toulon, ne dépassent pas 50 mètres de puissance ; les fossiles y sont rares et mal conservés ; j'ai pourtant trouvé au Faron la *Terebratula prælonga*. En suivant ces couches du côté de Marseille, on les voit augmenter considérablement d'épaisseur et devenir très fossilifères. Par contre, au nord-est de la Sainte-Beaume, d'après les dernières observations publiées par M. Collot (1), conformes d'ailleurs à celles que m'avait déjà verbalement communiquées M. Zurcher, l'étage, encore très puissant au nord-ouest du côté d'Allauch, ferait brusquement défaut.

L'Urgonien qui forme la crête de la Sainte-Beaume, et s'y montre, comme dans tout le bassin du Beausset et dans la région de Toulon, avec 300 mètres de puissance, cesserait aussi brusquement au nord de la chaîne (2).

Pour les autres étages crétacés, les variations de faciès et d'épaisseur sont trop complexes pour pouvoir être ici résumées utilement. Le calcaire à Hippurites et l'étage à lignites (Santonien) qui le surmonte, jouent seuls un rôle important dans la constitution de la chaîne. Je suis porté à croire, en attendant des observations plus complètes, que les étages intermédiaires, notamment les grès à *Micraster brevis*, s'y sont aussi déposés. (Voir la coupe nº 2, pl. VII). En tout cas, l'Aptien se montre à l'ouest de la chaîne sous la forme de calcaires à silex (coupe nº 3). Cette question de l'extension des diverses couches crétacées et de leurs variations autour du bassin du Beausset, demanderait une étude spéciale, et je ne suis pas encore en état de la traiter complètement; mais elle n'a qu'une importance secondaire pour l'interprétation des coupes et pour l'analyse des mouvements subis par les couches.

Orientation générale et coupe transversale de la chaîne. — La crête de la Sainte-Beaume suit, sur une longueur de 12 kilomètres, la direction E. 20° N., à l'altitude moyenne de 1000 mètres au-dessus du niveau de la mer ; elle s'arrête brusquement à l'est au pic Saint-Cassian ; à l'ouest, à partir du Baou de Bretagne, elle se recourbe vers le sud-ouest, et vient lentement s'abaisser vers le hameau de Saint-Pons. Entre ces deux pics extrêmes, elle forme au nord un escarpement vertical, de 300 mètres de hauteur, et domine le plateau elliptique du Plan d'Aups, qui mesure 2 kilomètres à peine dans sa plus grande

(1) C. R. *Acad. des Sc.*, 10 nov. 1884, p. 824.
(2) *Ibid.*

largeur. Le terrain s'abaisse ensuite lentement au nord jusqu'à un chaînon parallèle (chaîne de la Lare), haut de 6 à 800 mètres, qui vient expirer près de Nans, et sépare le plateau du Plan d'Aups de la vallée de l'Huveaunne. Au sud, l'escarpement brusque est remplacé par une croupe dénudée, dont la pente moyenne est d'environ un cinquième ; cette croupe aboutit à une sorte de plateau accidenté, où est situé le village de Riboux ; puis, après un léger ressaut qui limite au sud ce plateau, le sol descend par des ondulations successives, vers le bord septentrional du bassin du Beausset. La petite plaine en entonnoir de Cuges forme comme un trou sans écoulement au bord de ce versant sud de la chaîne.

Pour se faire une idée d'ensemble de la coupe de la Sainte-Beaume, il convient de partir de Cuges, et de monter vers Riboux en suivant un des ravins à l'est du village, puis d'aller rejoindre à l'est, près de la ferme dite Pied de la Colle, le sentier des pèlerins qui traverse l'escarpement et conduit sur le versant nord au couvent de la Sainte-Baume. La série des couches rencontrées est représentée sur la coupe n° 1, (pl. VII). C'est d'abord entre Cuges et Riboux la série jurassique, complète et bien développée, depuis le Bathonien jusqu'à l'Infralias, avec un pendage régulier vers le sud. Au-dessus de Riboux, on traverse plusieurs fois les gros bancs blancs de l'Infralias et ceux de la lumachelle infraliasique, puis, sans que le pendage ait changé, on retrouve la série jurassique, mais renversée et très amincie. C'est d'abord le Lias représenté par une quinzaine de mètres de calcaires à silex, puis les calcaires marneux, également réduits à quelques mètres, puis le Bathonien calcaire qui forme la base de la croupe de la montagne et s'enfonce sous les assises précédentes. En gravissant cette croupe, on voit les dolomies succéder régulièrement au Bathonien ; Coquand signale plus haut les fossiles néocomiens, et le sommet est formé par l'Urgonien qui plonge dans le même sens sous la série des couches plus anciennes.

Le renversement, entre la crête et le plateau de Riboux, est d'une netteté incontestable ; au nord du plateau, jusqu'à la plaine de Cuges, les couches se présentent au contraire dans leur ordre normal de superposition ; et entre ces deux séries il y a, non pas une faille, comme le pensait Coquand, mais une bande de couches amincies, une « zone de glissements » effectués dans des plans voisins de ceux des couches. La montagne est là formée par un grand pli couché, étiré sur son flanc nord.

Si l'on continue la coupe au nord de la crête, on voit buter contre la falaise urgonienne les argiles à lignites et les grès santoniens, presque horizontaux, et formant au pied de la Sainte-Beaume un

magnifique talus boisé. Ces argiles et ces grès reposent sur les calcaires à Hippurites, qui, également peu inclinés, occupent toute la surface du plateau du Plan d'Aups. A la petite crête qui limite au nord ce plateau, les calcaires à Hippurites se relèvent brusquement, se recourbent sur eux-mêmes, et les grès santoniens reparaissent au pied d'une grande faille (FF) qui limite le massif au nord et met le système crétacé en contact avec le Bajocien (coupe n° 1, pl. VII).

Pour raccorder cette partie de la coupe avec la précédente, il suffit de supposer un glissement le long du flanc sud du grand pli, et au bord de la faille du plan-d'Aups, un pli secondaire incliné dans le même sens. Ces froissements secondaires sont une conséquence naturelle d'aussi violents efforts de plissements, et je montrerai tout à l'heure qu'il en existe un second au centre même du pli.

La coupe précédente peut donc se résumer en peu de mots : un pli couché, avec froissements secondaires, avec glissements et étirements des couches renversées. Pour donner maintenant une idée plus complète de la chaîne, je suivrai d'abord sur toute sa longueur la bande médiane de couches étirées, puis j'étudierai les modifications que subit dans ses autres détails la première coupe, à mesure qu'on s'éloigne à l'est ou à l'ouest du milieu de la chaîne.

Bande de couches étirées. — Cette bande est celle qui présente le plus d'intérêt, parce qu'elle montre dans toute sa variété le phénomène de suppression intermittente des couches. J'ai dit qu'au-dessus de Riboux, elle était formée par les bancs inférieurs de l'Infralias plusieurs fois répétés, par une quinzaine de mètres de calcaires à silex et par quelques mètres de calcaires marneux. En suivant vers l'est le chemin du Pied de la Colle, on reste presque constamment sur les calcaires à silex, mais les calcaires marneux disparaissent complètement, et, près de la ferme, les dolomies jurassiques arrivent même en contact avec le Lias. Plus loin, au contraire, c'est le Lias qui manque, et l'Infralias surmonte le Bajocien. En suivant la limite de ces deux étages, on voit bientôt reparaître d'abord quelques morceaux de calcaires liasiques, puis des bancs bien lités et incontestablement interstratifiés. Le Lias est d'ailleurs presque partout fossilifère, et c'est un fait à noter que les fossiles n'y ont pas subi de déformations spéciales. Il n'en serait pas de même sans doute pour les fossiles des couches marneuses, mais dans les assises calcaires, il est probable que les glissements ont eu lieu bancs par bancs, sans doute facilités par les minces lits de marnes qui les séparaient.

Un fait assez frappant sur tout ce parcours c'est la sinuosité de l'affleurement de cette bande, comparée à l'allure rectiligne de la

crête, qu'elle suit en gros parallèlement. Il s'explique en partie par la faible pente des couches, qui est peu différente de la pente moyenne du terrain ; mais certainement aussi la surface même de ces couches n'est ni plane ni régulière. De plus, les bancs de Lias sont trop réduits et trop intermittents pour jouer, malgré leur dureté au milieu d'assises plus délitables, leur rôle habituel dans le relief du sol; ils ne font pas en général corniche et se montrent indifféremment sur le flanc des coteaux, sur leur crête ou au fond des ravins.

Au sud des affleurements de Lias, on rencontre presque partout la lumachelle de l'Infralias à une très faible distance, c'est-à-dire que les calcaires dolomitiques qui les séparent normalement sont aussi très réduits ou supprimés. L'épaisseur primitive des couches, qui ont été ainsi amenées à ne plus former qu'un mince liseré sur le flanc de la montagne, s'élevait donc à 300 mètres. Leur renversement résulte partout sans ambiguïté de l'ordre de succession et du pendage, mais il peut se vérifier d'une manière plus frappante sur le flanc nord d'un petit coteau qu'on rencontre avant d'arriver à la bonde Panier (aujourd'hui ruinée) : en bas est le Bathonien, à mi-côte le Lias, et en haut l'Infralias.

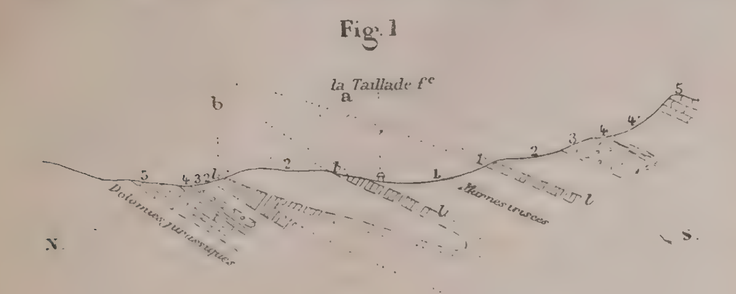
A la bonde Panier, la bande subit une déviation vers le sud ; il y a là un de ces glissements latéraux, dont j'ai parlé dans une note précédente (1), et où le déplacement relatif des deux lèvres de la faille s'est fait, non plus verticalement, mais horizontalement (2). Il faut descendre de 500 mètres au sud pour trouver la continuation des mêmes phénomènes (voir la carte, pl. VI).

Au delà de ce rejet, il y a sur une longueur de près de 2 kilomètres une véritable faille (f_e) : les dolomies et le Bathonien renversés butent contre l'Infralias et les marnes irisées ; mais après le défilé du ruisseau de Latail, la bande étirée reprend les mêmes allures qu'à l'ouest. De plus, dans cette partie, elle permet d'étudier plus complètement le pli secondaire dont j'ai déjà indiqué l'existence. Les deux coupes suivantes prises, l'une sur le chemin de Rougiers à Signes, l'autre entre Mazaugues et la ferme de l'Exilière, le mettent bien en évidence.

(1) *Bull. Soc. Géol.*, 3e série, t. XII, p. 328.

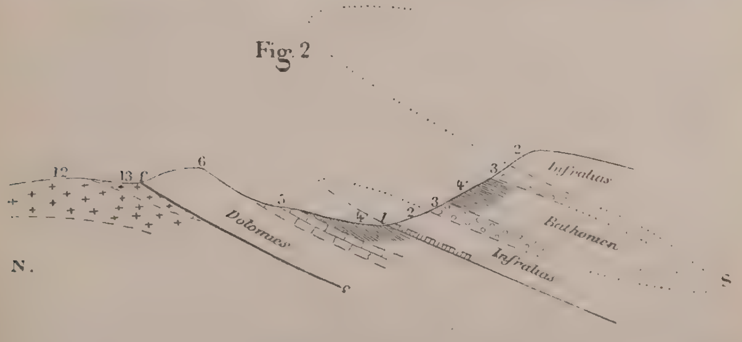
(2) Ce sont les failles auxquelles M. Suess a donné le nom de *blatt*. Leur existence est une conséquence naturelle et presque nécessaire des phénomènes de plissement, partout où ils ont amené des déplacements horizontaux d'une certaine importance. Si, en effet, par suite des différences d'action ou de résistance, une partie de la masse en mouvement s'est avancée plus vite ou plus loin que les autres, il en est résulté une torsion dans le plan des couches, avec étirement et rupture à la limite.

La première (fig. 1) montre les marnes irisées qui affleurent à la ferme la Taillade et supportent au nord la série normale ; au sud, au



contraire, elles reposent par renversement sur l'Infralias, dont les calcaires blancs dolomitiques sont bien développés ; après l'Infralias vient la série des couches étirées et renversées ; mais la lumachelle (*l*) qu'on observe en *a*, près du contact des marnes irisées, reparaît en *b*, près des bancs rudimentaires de Lias (1). Il est impossible, à moins de multiplier arbitrairement les failles, d'expliquer cette réapparition autrement que par le double pli indiqué en pointillé sur la figure.

Au nord-est de l'Exilière, les choses sont plus nettes encore (fig. 2).



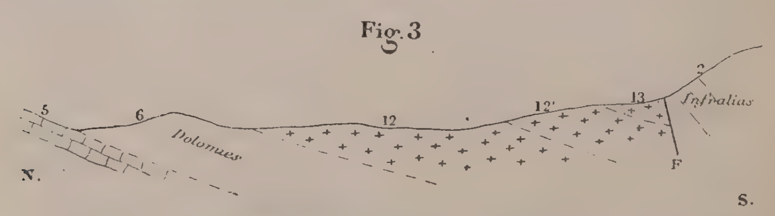
Légende des figures 1 et 2.

1. Trias. — 2. Infralias; *l*. Lumachelle. — 3. Lias. — 4. Bajocien; 4'. Bathonien marneux. — 5. Bathonien calcaire. — 6. Jurassique supérieur. — 12. Calcaire à Hippurites. — 13. Santonien.

(1) Sur le chemin même, on ne voit pas le Lias, et le Bathonien marneux semble en contact avec la lumachelle, mais il suffit d'aller une centaine de mètres plus à l'ouest pour retrouver les calcaires à silex et les différents termes de la bande étirée.

Tout se passe dans une seule colline de 50 mètres de hauteur environ. Au sommet est l'Infralias, avec un faible pendage vers le sud ; au-dessous, on trouve le Lias, puis le Bajocien avec *Cancellophycus* et le Bathonien marneux. Plus bas encore, on retrouve le Lias, puis au bas de la colline l'Infralias avec la lumachelle. Un champ où affleure le Bathonien marneux la sépare d'un petit crêt dolomitique ; le pendage de toutes ces couches est faible et toujours dans le même sens. C'est presque exactement, y compris le pli-faille à la base, la réduction de la coupe du Glärnisch dans les Alpes (1).

Je n'ai pas suivi plus à l'est la bande étirée ; mais un coup d'œil sur la carte (où elle est marquée par des hachures plus serrées), montre qu'à cet endroit elle va se rapprochant de la faille (*f f*), qui limite au sud l'escarpement de la Sainte-Beaume. La partie renversée (marquée par des hachures plus espacées), est justement limitée à l'espace compris entre ces deux lignes. Il est probable qu'un peu plus loin, avant d'atteindre la région de Brignolles, elles arrivent à se réunir ; c'est au moins ce qui me semble résulter des coupes que notre confrère, M. Zurcher, a bien voulu me communiquer. C'est alors non seulement la bande étirée, mais le pli couché lui-même qui disparaît ; et comme continuation, comme équivalent latéral de la coupe donnée plus haut (coupe n° 1, pl. VII), on n'a plus qu'une simple faille aux allures ordinaires, et une coupe telle que la suivante (fig. 3).



2. Infralias. — 5. Bathonien. — 6. Dolomies. — 12. Calcaire à Hippurites ; 12'. Marnes et Grès. — 13. Santonien.

A l'ouest de Riboux, la bande étirée se résout en une faille (f_e) nettement accusée, qui limite au sud les couches renversées, et met en contact le Bathonien calcaire ou les dolomies jurassiques avec l'Infralias et le Trias. Cette faille se dirige vers le moulin de Saint-Pons et se continue beaucoup plus loin vers l'ouest, comme je l'expliquerai tout à l'heure.

Modifications de la coupe à l'est de Riboux. — La coupe n° 1 se mo-

(1) Voir ma note du 18 février 1884, *Bull. Soc. Géol.*, 3e série, t. XII, p. 327.

difie légèrement à l'est de Riboux. Au nord d'abord, le contact de la bande de calcaire à Hippurites avec le Jurassique semble se faire, non plus par faille, mais par superposition régulière. Il y aurait donc là une grande lacune qui s'introduirait brusquement dans la série, sans être annoncée par aucun phénomène de rivage. La chose est possible, et je l'ai admise provisoirement sur mes coupes, conformément à l'opinion de M. Collot (1). Je me réserve pourtant de revenir ultérieurement sur cette question, qui me semble soulever quelques difficultés, mais qui ne touche pas directement à l'objet de cette note.

L'escarpement vertical d'Urgonien cesse brusquement au pic Saint-Cassian. A cet endroit, l'affleurement de la faille (*f f*) qui limite au sud cet escarpement, s'infléchit vers le sud et dessine une anse fortement accusée ; la bande de Crétacé inférieur qui formait le sommet de la chaîne est brusquement arrêtée, et ce sont les dolomies jurassiques qui viennent en contact avec le Crétacé supérieur. Cette inflexion de l'affleurement de la faille est une conséquence naturelle de sa grande obliquité ; la chaîne calcaire est sans aucun doute couchée, au moins dans sa partie orientale, sur des terrains analogues à ceux qui affleurent aux glacières de Fontfroide. Il est même probable que ceux-ci ont été recouverts de la même manière ; la masse renversée était peut-être plus disloquée en cet endroit, et c'est une dénudation postérieure qui l'a fait disparaître.

Plus au sud, une faille ($f_1\, f_1$) interrompt la retombée régulière des couches (coupe n° 2 *bis*, pl. VII), et en supprime une partie (entre l'Infralias et les dolomies jurassiques). Cette faille se poursuit très loin vers l'est et peut être considérée comme limitant au sud la bande qui correspond stratigraphiquement au pli de la Sainte-Beaume.

Ces modifications ressortent d'ailleurs clairement de l'examen de la carte (pl. VI) et de la coupe n° 2 et 2 *bis*, (pl. VII).

Modifications de la coupe à l'ouest de Riboux. — A l'ouest, les modifications sont plus grandes et offrent plus d'intérêt. Une faille analogue à la faille ($f_1 f_1$), si elle n'en est même, comme je crois, la continuation, supprime là aussi une partie des couches dans le flanc septentrional (partie non renversée) du pli. Cette faille décrit, à partir du village de Cuges, une courbe très prononcée qui la rapproche beaucoup de la crête de la chaîne ; elle suit d'abord, vers le nord-est, la rive droite du ravin qui débouche à Cuges et semble là, d'après sa direction, être le prolongement de la bande étirée; cette hypothèse est à première vue d'autant plus plausible, qu'on obtiendrait ainsi pour

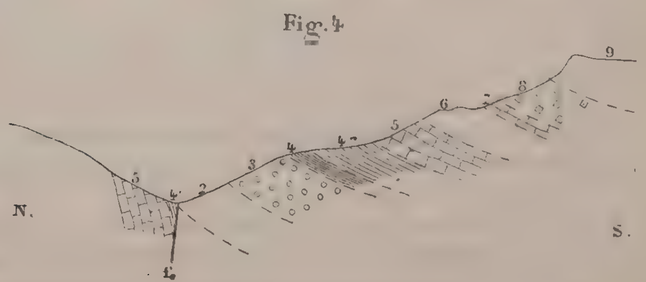
(1) *C. R. Ac. des Sc.*, 10 nov. 1884.

l'ensemble de la bande étirée une courbe à peu près parallèle au contour de la crête. Mais il n'en est rien : la faille ($f_1 f_1$) se recourbe vers l'ouest, comme l'indique la carte ; elle met en contact les calcaires blancs du Jurassique supérieur, puis les dolomies, avec le Trias ou l'Infralias, et peut se suivre sans ambiguïté jusqu'au-dessus de Saint-Pons, où elle se termine en laissant réapparaître la série complète des couches supprimées.

Le Trias et l'Infralias, autant qu'on peut en juger, en l'absence d'une coupe continue, semblent là former un double pli assez aigu (coupe n° 3, pl. VII) ; la présence du Muschelkalk y est douteuse, mais on y trouve les marnes irisées avec gypse, la lumachelle à *Avicula contorta* et un lambeau de Lias, (au centre du pli synclinal). La bande n'a pas 500 mètres de largeur ; de part et d'autre elle est limitée par une faille : celle du nord (f_e) est la continuation de la bande d'étirement et met le Trias en contact avec des terrains renversés ; celle du sud ($f_1 f_1$) ramène les mêmes terrains (Jurassique supérieur), mais en superposition normale. Il en résulte une apparence assez singulière, dont on s'expliquerait peut-être difficilement l'origine, si le pli primitif n'était nulle part mieux marqué.

En descendant vers Saint-Pons, la coupe se simplifie par la disparition de la faille ($f_1 f_1$), en même temps que les terrains couchés se rapprochent de la verticale. C'est ce que montre la coupe ci-jointe (fig. 4).

Fig. 4



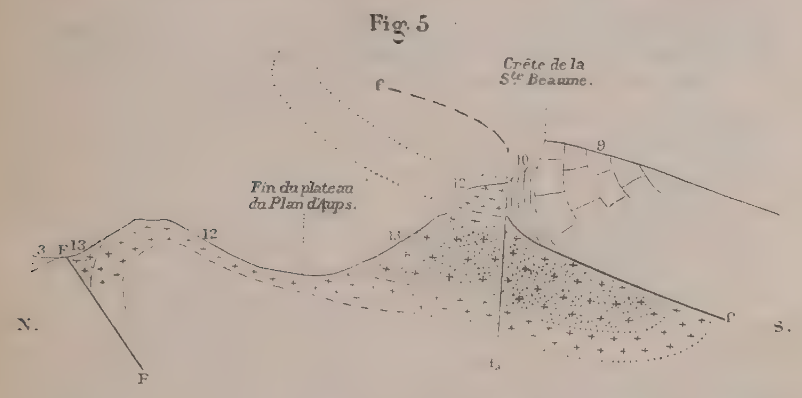
2. Infralias. — 3. Lias. — 4. Bajocien. — 4'. Bathonien marneux. — 5. Bathonien calcaire. — 6. Dolomies. — 7. Calcaires blancs. — 8. Néocomien. — 10. Urgonien.

Au nord, comme je l'ai dit, un grand escarpement vertical d'Urgonien domine la petite plaine du Plan d'Aups ; nous l'avons vu à l'est s'arrêter brusquement au pic Saint-Cassian ; de même à l'ouest il se termine au Baou de Bretagne ; mais là les couches devenues presque verticales s'infléchissent vers le sud et vont se diriger avec de longues saillies rocheuses, dans le ravin de Saint-Pons, vers le

moulin du même nom. La faille (FF) qui ramène au sud du plateau du Plan d'Aups les étages du Lias et du Bajocien en contact avec les Hippurites, s'infléchit pareillement et vient se terminer à Saint-Pons; nous voyons donc converger en ce point toutes les lignes qui limitent ou accentuent le grand pli de la Sainte-Beaume. Il y a là un phénomène très spécial, sur lequel il convient d'insister un peu, en donnant les coupes successives du plateau du Plan d'Aups et du ravin de Saint-Pons, qui lui fait suite.

La coupe n° 1 (pl. VIII), prise à la hauteur du couvent, donne en quelque sorte la coupe normale du pli couché. Plus à l'ouest (fig. 5)

Fig. 5

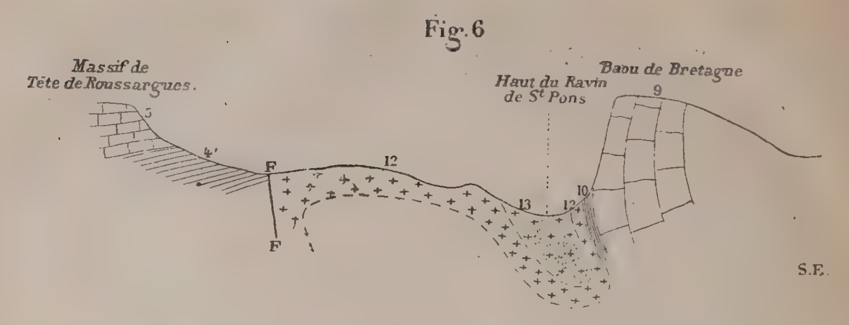


2. Infralias. — 3. Lias. — 9. Urgonien. — 10. Aptien. — 12. Calcaire à Hippurites. — 13. Santonien.
f. Faille de crête. — F. Faille du Plan d'Aups. — *fa*. Faille de tassement.

et coupe n° 2, pl. VII), l'Urgonien qui forme la crête se redresse jusqu'à la verticale; l'escarpement calcaire est masqué presque jusqu'au sommet par de l'Aptien également vertical, contre lequel s'appuie le Santonien horizontal. Sur ce Santonien reposent des bancs de calcaire à Hippurites, ceux-là même qui partout en forment le substratum. Ces bancs sont donc renversés; le Santonien est enclavé dans un pli synclinal, couché horizontalement, qui fait suite au grand pli anticlinal de la Sainte-Beaume. Seulement l'axe de ce pli a subi en ce point une inflexion brusque; il y a là, suivant l'expression de M. Heim, une sorte de « plissement du pli », compliqué par une petite faille de tassement (f_a).

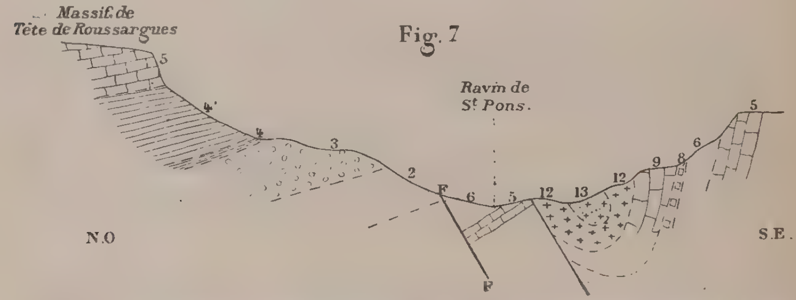
Au Baou de Bretagne (fig. 6), la coupe est plus simple; les couches sont presque verticales, et la trace du renversement a presque disparu. Les couches jurassiques, au nord-ouest de la faille, se présentent en stratification régulière et à peu près horizontale.

Fig. 6



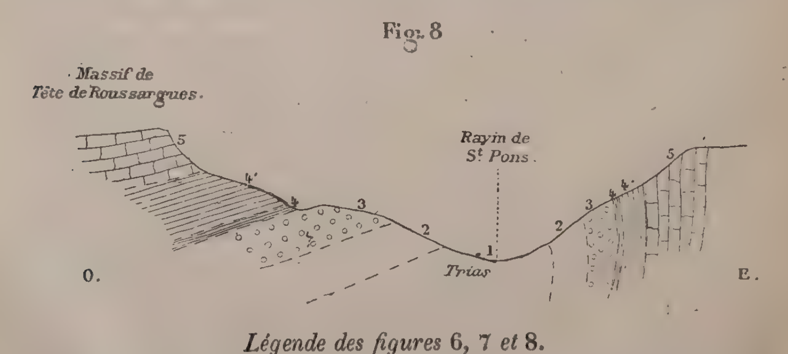
Un peu plus bas (fig. 7), la bande jurassique se poursuit avec la même régularité, mais entre l'Infralias et le Crétacé s'intercalent des fragments de dolomies jurassiques et de Bathonien.

Fig. 7



En approchant de Saint-Pons (fig. 8), les marnes irisées avec gypse apparaissent au fond du ravin sous la série toujours régulière du Jurassique ; les différentes couches crétacées sont successivement

Fig. 8



Légende des figures 6, 7 *et* 8.

1. Trias. — 2. Infralias. — 3. Lias. — 4. Bajocien. — 4'. Bathonien marneux. — 5. Bathonien calcaire. — 6. Jurassique supérieur. — 8. Néocomien. — 10. Aptien. — 12. Calcaire à Hippurites. — 13. Santonien.

venues buter contre la faille et ont disparu, ainsi que le pli synclinal qui les comprenait. Les marnes irisées se recourbent brusquement et retombent verticalement vers l'est, et la série, autant qu'on peut en juger dans des escarpements difficilement accessibles, se complète entre eux et le Bathonien de la crête.

A Saint-Pons même, une petite plaine d'alluvions et d'éboulis masque tout; mais au delà, de part et d'autre du vallon de Gemenos, les deux massifs régulièrement stratifiés, qui limitaient au nord et au sud et enclavaient le massif renversé, se trouvent en contact, séparés par une faille relativement peu considérable. On peut suivre sans discontinuité les terrains du sud du vallon jusqu'à Cuges, ceux du nord jusqu'au Plan d'Aups; mais dans ce court intervalle, entre ces deux bandes régulières et pour ainsi dire homogènes, se sera intercalé un grand pli couché.

La faille de Gemenos est donc à la fois la continuation de la bande d'étirements et la continuation de la faille du Plan d'Aups; elle équivaut pour mieux dire à l'ensemble du pli de la Sainte-Beaume. Elle se continue d'ailleurs assez loin vers l'ouest; c'est elle qui, après avoir disparu un moment sous les alluvions et sous les terrains tertiaires de la plaine d'Aubagne, passe au pied du grand tunnel de Cassis et va de là, par Carpiagne et Valfrège, couper en deux parties le massif de Saint-Cyr; c'est elle aussi probablement qui se retrouve près de Marseille dans la petite chaîne de la Corniche.

Résumé. En résumé la Sainte-Beaume nous donne l'exemple d'une chaîne complètement renversée, sur une longueur de plus de quinze kilomètres, et cette chaîne renversée forme comme une lentille isolée au millieu d'autres chaînons où il n'y a pas de renversements, et dont la continuité stratigraphique n'est pas contestable. On pourrait presque résumer les faits en imaginant que la faille de Gemenos ait été sur ce parcours, au lieu d'un simple plan de glissement, une large fente béante où les terrains voisins se seraient écroulés en se renversant. Je m'empresse d'ajouter que ce serait là simplement une image, et que mon appréciation des faits est tout autre : la faille n'est pas le fait primordial, elle n'est pas la cause, mais une simple conséquence, un simple cas particulier du plissement.

Les grands plis des chaînes de montagnes, telles que les Alpes, le Jura, les Alleghanys, n'ont jamais qu'une étendue limitée; ils se succèdent comme les vagues de la mer, l'un s'abaissant et se terminant pendant que l'autre s'élève. Ce qu'il y a de particulier à la Sainte-Beaume, c'est que le pli se termine tout à fait brusquement. Sans avoir la prétention de rechercher pourquoi il en est ainsi, on peut

dire que cette terminaison brusque a été rendue possible par le jeu progressif de la faille, qui est la continuation du pli, et se produisait en même temps que lui sous l'influence des mêmes efforts.

D'ailleurs, au point de vue de la géologie provençale, je crois qu'on doit attacher une plus grande importance à l'existence même du pli qu'à sa terminaison brusque. L'analogie, quoique locale, avec les phénomènes alpins, semble en effet permettre de conclure à une égale analogie dans les actions exercées, c'est-à-dire qu'on serait amené à voir dans la structure de la Provence, malgré sa physionomie très spéciale, le résultat d'une pression latérale d'ensemble. Les Maures seraient, dans cette hypothèse, non plus un îlot ancien, un reste du continent à l'intérieur duquel « les lignes des Alpes se développent avec une merveilleuse régularité (1) », mais l'axe cristallin d'une chaîne, partiellement submergée aujourd'hui, qui au moins géographiquement formerait le trait d'union entre les Pyrénées et les Apennins (2). Les renseignements trop peu nombreux qu'on possède sur la structure des Pyrénées semblent montrer des rapports assez intimes avec celle de la Provence : les cartes de Magnan y indiquent aussi ces longues bandes, séparées par des failles, qui sont le trait caractéristique de la région toulonnaise, les grands mouvements s'y sont de part et d'autre arrêtés à la même époque, à la fin de la période nummulitique. Il y a là au moins des indices, dont les études ultérieures permettront seules d'apprécier la valeur.

M. **Munier-Chalmas** fait observer que les coupes de M. Bertrand sont très intéressantes au point de vue de l'étude générale des mouvements du sol et qu'elles jettent un jour nouveau sur la géologie de la Provence.

La grande analogie qui existe entre le plissement et le renversement des couches de la Sainte-Beaume, avec ce qui a été observé dans certaines régions alpines a été très nettement mise en évidence par M. Bertrand.

Entre Appenzell et la vallée du Rhône, en passant par Weissbaden, on peut observer des plis, suivis de renversement et d'étirement, qui peuvent donner naissance à des failles et laminer les couches de manière à les réduire à une très faible épaisseur, ou bien encore à les faire disparaître complètement par suite de rejets laté-

(1) *Suess. in* de Lapparent, traité de géologie, p. 1213.

(2) La chaîne ainsi formée présenterait une curieuse ressemblance de contours avec les lignes extérieures des Alpes, la coupure du Rhône correspondant à celle de Vienne, et les Apennins se recourbant autour de la dépression tyrrhénienne, comme les Carpathes autour de la plaine hongroise.

raux, phénomène qui amène alors la superposition d'assises, qui primitivement étaient séparées par des dépôts plus ou moins puissants.

C'est par l'action combinée de l'étirement et des rejets latéraux que l'on peut expliquer la présence de bandes étroites ou bien encore de fragments lenticulaires de calcaire tertiaire à *Nummulites spira*, placés au milieu des couches sénoniennes à *Ostrea vesicularis* et *Janira quinquecostata*. Cette singulière disposition a fait qu'une partie des couches sénoniennes de cette région ont été placées dans le terrain éocène.

M. Munier-Chalmas pense que les Maures, l'Esterel et la Provence devaient être sous la dépendance des grands mouvements du sol qui affectaient les contreforts alpins et devaient se trouver par conséquent dans une dépendance relative des mouvements analogues qui se produisaient dans les Pyrénées.

M. **Jannettaz** fait une communication sur la **mesure de la conductibilité dans les roches.**

M. Zeiller fait la communication suivante :

Note sur la flore *et sur le* niveau relatif des couches houillères de la Grand'Combe (*Gard*),

par M. R. Zeiller.

Pl. VIII et IX.

L'étude de la flore des couches de houille exploitées à la Grand'Combe offre un intérêt tout particulier, en raison des renseignements qu'elle fournit sur la question, longuement discutée, de l'âge relatif de ces couches.

Les travaux d'exploitation de la Compagnie de la Grand'Combe portent, comme on sait, sur deux groupes séparés l'un de l'autre par une grande faille, et l'examen stratigraphique n'a jamais permis de décider d'une façon positive s'il y avait eu affaissement ou au contraire relèvement d'un des bords de la faille par rapport à l'autre. Cette faille, orientée N. 25° E., correspond, à la surface du sol, à deux vallons situés dans le prolongement l'un de l'autre, le Vallat de la Grand'Combe, qui descend vers le sud-ouest et aboutit à la vallée du Gardon d'Alais, et le Vallat du Pontil qui descend vers le nord-est ; ils communiquent par un petit col, le col Malpertus, dont

l'altitude est de 390 mètres ; la faille, très peu inclinée sur l'horizon, plonge vers le sud-est. Sur la rive gauche du Vallat de la Grand'-Combe, c'est-à-dire du côté du toit de la faille, s'élève la montagne Sainte-Barbe, siège des travaux d'exploitation les plus anciens ; on y connaît un grand nombre de couches de houille d'excellente qualité, qui se succèdent de haut en bas dans l'ordre suivant :

SYSTÈME DE LA MONTAGNE SAINTE-BARBE.

Couche Sainte-Barbe. Puissance $0^{m}80$.
Banc de grès de 15 mètres de puissance.
Couche du Bosquet, formée de deux veines de $1^{m}30$ et 1 mètre, séparées l'une de l'autre par un banc de schiste d'épaisseur très variable.
Banc de grès de 12 mètres.
Couche du Plomb $1^{m}30$.
Banc de grès de 12 mètres.
Couche Portail, composée de deux veines de $1^{m}50$ et $1^{m}20$, séparées par un banc de schiste d'épaisseur variable.
Banc de grès de 14 mètres.
Couche Minette, $0^{m}80$.
Banc de grès de 12 mètres.
Couche de la Baraque, $1^{m}10$ à $1^{m}30$.
Banc de grès de 20 à 30 mètres.
Couche du Vélours, de 2 mètres d'épaisseur, en trois veines séparées par deux nerfs schisteux.
Banc de grès de 15 mètres.
Couche Cantelade, $0^{m}75$.
Banc de grès de 14 mètres.
Couche Airolle, $1^{m}30$.
Banc de grès de 21 mètres.
Couche du Pin, formée de deux veines de $0^{m}80$ et $1^{m}70$ séparées par un nerf de schiste de $0^{m}30$.
Banc de grès de 29 mètres.
Couche Sans-nom, $3^{m}50$.

Sur la rive droite du Vallat de la Grand'Combe, c'est-à-dire au nord-ouest de la faille, s'élève une montagne de 621 mètres d'altitude, dite montagne de Champclauson, à la base et sur les flancs de laquelle affleurent plusieurs couches de houille, qu'on peut grouper en deux systèmes principaux, séparés par une zone stérile de grande épaisseur.

Le système supérieur, ou système de Champclauson, est composé comme suit, toujours de haut en bas :

SYSTÈME DE CHAMPCLAUSON.

Couche de la Crouzette.	$2^{m}70$
Schistes et grès alternatifs	$75^{m}00$
Couche de la Fontaine.	$1^{m}95$

Schistes et grès	22m00
Couche de Champclauson	4m65
Grès avec quelques bancs de schistes	65m00
Couche des Lavoirs	2m15

Au-dessous de la couche des Lavoirs vient une série de bancs de grès et de schistes, d'environ 320 mètres d'épaisseur, divisée en trois étages par des bancs à gros grains très résistants, qui forment à la surface du sol des corniches plus ou moins saillantes ; il y a bien, dans cet intervalle, deux couches charbonneuses, dites couche du Sommet des Plans et couche de la Caserne Antoine, mais elles sont peu épaisses, coupées par plusieurs nerfs de schistes et elles ne donnent lieu à aucune exploitation.

Enfin le système inférieur, exploité à la Grand'Combe, à Trescol et à la Levade, et que j'appellerai système de Trescol, se compose des couches suivantes, énumérées de haut en bas :

SYSTÈME DE TRESCOL.

Couche Pilhouse	1m50
Grès et schistes	30m00

Couche Abilon, formée de deux bancs de 3m50 et 1 mètre séparés l'un de l'autre par 3m50 de schiste.

Grès schisteux	25m00

Couche Grand'Baume, formée de deux bancs, de 2 mètres et 10 mètres de puissance, séparés par un banc de grès schisteux de 2 mètres.

Les épaisseurs qui viennent d'être indiquées varient, du reste, assez notablement d'un point à l'autre : les bancs de charbon qui constituent une même couche s'écartent plus ou moins l'un de l'autre et se subdivisent en un nombre de veines plus ou moins considérable. Aussi pendant longtemps n'a-t-on fait que soupçonner l'identité des couches de Trescol et de la Levade avec celles du Vallat de la Grand'Combe; mais cette identité, regardée comme probable par Varin (1), affirmée plus tard par Émilien Dumas (2) et par Callon (3), a été mise hors de doute par l'extension des travaux souterrains.

Toutes ces couches sont bien réglées et faiblement inclinées ; elles ne sont coupées que par un nombre assez faible de rejets, la plupart peu importants. L'accident principal est celui qui a déjà été mentionné, et sur le bord nord-ouest duquel la couche Grand'Baume,

(1) *Explication de la Carte géologique de la France*, t. I, 1841, p. 568.

(2) *Notice sur la constitution géologique de la région supérieure ou cévennique du département du Gard* (*Bull. Soc. géol.*, 2e sér., t. III, 1846, p. 580, 581).

(3) *Mémoire sur la géologie et l'exploitation des mines de houille de la Grand'-Combe* (*Ann. des Mines*, 4e sér., t. XIV, 1848, p. 343.)

la couche Abilon, et les bancs stériles qui recouvrent le système de Trescol, se montrent brusquement redressés, et renversés même au delà de la verticale, de telle façon que le toit se trouve à la place du mur. Ce redressement est nettement accusé à la surface par une des corniches de grès, qui forme, sur le flanc droit du Vallat de la Grand'-Combe, une sorte de dyke dont la crête blanche, dominant la forêt de pins, court horizontalement parallèlement à la direction du ruisseau.

Les couches de la montagne Sainte-Barbe, situées au sud-est de cet accident, présentent, du côté du Pradel, une série de replis orientés dans une direction à peu près parallèle, attestant que le terrain houiller a subi, dans toute cette région, comme l'avait fait remarquer Callon (1), un puissant effort de compression dans la direction S.E.-N.O. Mais cet effort de compression a-t-il eu pour effet de relever les couches de la montagne Sainte-Barbe, en les faisant glisser vers le nord-ouest et remonter sur le plan de la faille, ou bien a-t-il été suivi d'un affaissement le long de cette faille, par suite duquel ces couches occuperaient aujourd'hui une position inférieure à celle qu'elles devraient avoir si elles n'avaient pas été dérangées ? En un mot, quel est l'âge du système de Sainte-Barbe, par rapport à ceux de Champclauson et de Trescol ?

Varin, ingénieur des mines à Alais, avait admis, dans un rapport de service cité par Élie de Beaumont et Dufrénoy, que ce système était le plus ancien, et qu'il avait été fortement relevé par suite d'un double pli en Z, dont la moitié inférieure avait seule subsisté et était représentée par le redressement brusque de la couche Grand'Baume, tandis que la moitié supérieure avait disparu par suite des dénudations (2).

Émilien Dumas supposait, au contraire, que l'accident de la couche Grand'Baume pouvait être regardé comme affectant la forme d'un V renversé dont la branche sud-est s'enfonçait beaucoup plus profondément que la branche nord-ouest, de telle façon que la couche Sans-nom de la montagne Sainte-Barbe n'était autre chose que la continuation de la couche de Champclauson (3). L'ensemble du système Sainte-Barbe eût donc été identique au système de Champclauson ; Ém. Dumas en fixait la place dans son étage moyen, et rangeait le système de Trescol dans son étage inférieur. Les listes de végétaux fossiles qu'il donne comme représentant la flore de ses trois étages sont, d'ailleurs, tout à fait insuffisantes pour confirmer comme pour

(1) Callon, *loc. cit.*, p. 367, 368.
(2) *Loc. cit.*, p. 567, fig. 15, p. 568.
(3) E. Dumas, *loc. cit.*, p. 583, pl. VII, fig. 2.

infirmer cette manière de voir; il ne cite en effet que 20 espèces de la Grand'Combe, et, parmi ces 20 espèces, l'*Annularia longifolia* est seule mentionnée comme ayant été trouvée à la fois à Champclauson et à la montagne Sainte-Barbe.

Callon avait, de son côté, cru reconnaître, d'un côté à l'autre du Vallat du Pontil, la continuité des assises de grès et de poudingues stériles placées, d'une part au-dessous des couches de Champclauson, d'autre part au-dessous des couches de Sainte-Barbe; il était ainsi amené à rejeter l'hypothèse de Varin et à identifier, comme Emilien Dumas, la couche Sans-nom avec celle de Champclauson (1), admettant que la dénivellation produite par l'accident du col Malpertus allait en diminuant rapidement en remontant de la Grand'Combe vers le col Malpertus et en descendant de ce col dans le Vallat du Pontil (2).

Ce système, admis également par M. Parran (3), n'avait donné lieu, jusqu'à ces dernières années, à aucune contestation. Cependant les travaux faits par la Compagnie de la Grand'Combe avaient permis de reconnaître qu'au col Malpertus même la grande faille observée dans le bas du Vallat de la Grand'Combe présentait encore les caractères d'un accident de sérieuse importance, eu égard au broiement des roches et au brouillage qu'on constatait dans son voisinage; elle ne semblait donc pas devoir s'éteindre dans le Vallat du Pontil, et des doutes s'étaient glissés dans l'esprit de quelques ingénieurs sur l'exactitude de l'hypothèse de Callon.

De plus, dans sa *Flore carbonifère*, M. Grand'Eury, après avoir indiqué que le faisceau de Bessèges lui paraissait nettement inférieur aux couches de Saint-Étienne, ajoutait que les quelques empreintes de la montagne Sainte-Barbe qu'il avait pu apercevoir en passant s'accordaient avec celles de Bessèges, tandis que la couche de Champclauson semblait, par sa flore, ne pas devoir être située bien en dessous des couches inférieures de Saint-Étienne. Il se demandait d'après cela (4) si la couche Sans-nom ne serait pas totalement dépourvue de rapport avec celle de Champclauson, et si, conformément à l'hypothèse de Varin, les couches du système de Trescol ne passeraient pas au-dessus de celles de la montagne Sainte-Barbe ou n'appartiendraient pas à un autre système de dépôts.

(1) Callon, *loc. cit.*, p. 355 à 361.

(2) *Ibid.*, p. 367.

(3) Parran, *Essai d'une classification stratigraphique des terrains du Gard par étages*, 1871, p. 26.

(4) Grand'Eury, *Flore carbonifère du département de la Loire et du centre de la France*, 1877, p. 541, 544.

Dans l'espoir que l'étude détaillée de la flore de chacun des trois systèmes permettrait de fixer avec plus de précision leur âge relatif, M. Thirion, président du conseil d'administration de la Compagnie des mines de la Grand'Combe, recommanda, en 1879, qu'on mît de côté toutes les empreintes qui pourraient être rencontrées dans l'exploitation, et voulut bien en faire envoyer à l'Ecole des Mines une magnifique série, qui m'a permis d'étudier d'une façon assez complète la flore des divers groupes de couches exploités. J'ai en outre examiné à la Grand'Combe même la belle collection formée par les soins de M. Platon, géomètre en chef, sous la direction de M. Graffin, directeur de la Compagnie, et de M. Fumat, ingénieur en chef de l'exploitation; je suis heureux de remercier ici ces Messieurs de l'obligeance avec laquelle ils ont bien voulu me donner tous les renseignements dont j'ai pu avoir besoin et de l'aimable accueil que j'ai reçu d'eux. Enfin j'ai pu observer et recueillir moi-même sur place un certain nombre d'espèces, soit dans les ravins où affleurent les couches de la montagne Sainte-Barbe, soit dans les grandes carrières à remblais ouvertes au pied ou vers le sommet de la montagne de Champclauson.

Il résulte de ces observations que la flore des couches de la Grand'-Combe, prises dans leur ensemble, comprend les soixante espèces suivantes, à l'énumération desquelles je joindrai, pour chacune, l'indication de la provenance exacte et, s'il y a lieu, quelques remarques paléontologiques.

FOUGÈRES.

Sphenopteris chœrophylloides. Brongt. — Couche Portail (montagne Sainte-Barbe). Identique aux échantillons de cette espèce provenant de la Belgique ou du bassin du Nord de la France.

Sphenopteris voisin du précédent, mais à dents obtuses et non aiguës, à folioles moins profondément découpées. — Carrière Crouzette, entre la couche de la Crouzette et la couche de la Fontaine (Champclauson). Cette espèce est probablement nouvelle, mais les échantillons recueillis ne sont pas assez complets pour me permettre de la décrire utilement.

Sphenopteris cf. *nummularia.* Gutb. — Carrière Crouzette (Champclauson). Cette espèce rappelle aussi le *Sph. trifoliolata* Artis (sp.); elle n'est pas assez bien conservée pour pouvoir être déterminée avec certitude. J'ai observé une forme très analogue, rappelant aussi le *Sph. obtusiloba* Brongt., au toit d'un des bancs de la couche Grand'-Baume.

Nevropteris auriculata. Brongt. — Carrière Crouzette (Champclauson).

Nevropteris cf. *gigantea.* Sternb. — Couche Pilhouse (Trescol). Échantillon trop peu net pour permettre une détermination tout à fait sûre.

Dictyopteris Brongniarti. Gutb. — Carrière Crouzette (Champclauson).

Dictyopteris Schützei. Rœmer. — Couche de Champclauson.

Odontopteris obtusa. Brongt. — Toit de la couche Pilhouse (Trescol). Il a été recueilli à la carrière du Ravin plusieurs échantillons de cette espèce parfaitement conservés et bien conformes à ceux que M. Weiss a figurés sous ce nom, des couches d'Ottweiler et de Cusel dans le bassin de Sarrebrück (1), absolument identiques surtout à l'échantillon des couches d'Ottweiler représenté par lui, pl. III, fig. 5, et dont les pinnules possèdent une nervure médiane assez accusée.

Odontopteris Reichiana. Gutb. — Carrière Crouzette (Champclauson).

Tæniopteris jejunata. Gr. Eury. (Pl. IX, fig. 2, 2A). — Carrière Crouzette (Champclauson). Je crois utile de représenter pl. IX, fig. 2, 2A, un assez bel échantillon de cette espèce, que M. Grand'Eury a décrite sans la figurer, mais dont un fragment authentique donné par lui à l'Ecole des Mines m'a permis l'identification des empreintes de la Grand'Combe. Cet échantillon montre, comme on peut le voir, plusieurs grandes folioles attachées à quelque distance les unes des autres sur un rachis commun, munies d'une nervure médiane très marquée, de laquelle partent des nervures obliques, deux fois divisées par dichotomie, qui s'infléchissent rapidement vers les bords. Cette espèce a, comme l'a fait remarquer son auteur, une assez grande analogie avec les *Angiopteris* vivants ; elle rappelle aussi beaucoup certaines espèces de *Marattia*, et pourrait peut-être, comme le *Tæniopteris Munsteri* Gœpp. de l'Infralias, appartenir à ce dernier genre, dont elle serait alors le plus ancien représentant connu.

Alethopteris Grandini. Brongt. — Couche de Champclauson. Couches Abilon et Grand'Baume (Trescol).

Alethopteris aquilina. Schloth. (sp.). — Couches de Champclauson. Couches Pilhouse, Abilon et Grand'Baume (Trescol); très abondante

(1) Weiss, *Fossile Flora der jüngsten Steinkohlenformation und des Rothliegenden im Saar-Rheingebiete*, pl. II et III.

surtout à la carrière de la Verrerie, entre la couche Grand'Baume et la couche Abilon. Les échantillons que je rapporte à cette espèce diffèrent assez sensiblement de celui que Brongniart a figuré sous ce nom; ils ressemblent davantage au type de Schlotheim, bien que leurs pinnules soient plus larges que chez celui-ci; la différence n'est pas assez marquée toutefois pour que je croie devoir les considérer comme constituant une espèce nouvelle.

Callipteridium gigas. Gutbier (sp.). — Carrière Crouzette (Champclauson).

Callipteridium ovatum. Brongt (sp.). — Carrière Crouzette (Champclauson). Carrière du Ravin, au toit de la couche Pilhouse (Trescol).

Pecopteris (*Asterotheca*) *arborescens.* Schloth. (sp.). — Carrière Église, au toit de la couche des Lavoirs (Champclauson). Couches Pilhouse, Abilon et Grand'Baume; commune surtout entre ces deux dernières couches (Trescol). Couches Minette et Velours (Sainte-Barbe).

Pecopteris (*Asterotheca*) *cyathea.* Schloth. (sp.). — Carrière Crouzette (commun); couche de Champclauson; carrière Église, toit de la couche des Lavoirs (Champclauson). Couches Pilhouse, Abilon et Grand'Baume (Trescol).

Pecopteris (*Asterotheca*) *hemitelioides.* Brongt. — Couches de Champclauson.

Pecopteris (*Asterotheca*) *Candollei.* Brongt. — Carrière Crouzette et carrière Église (Champclauson).

Pecopteris (*Asterotheca*) *oreopteridia.* Schloth. (sp.) (Pl. IX, fig. 1, 1a). — Carrière Crouzette et carrière Église (Champclauson). Très abondant à la carrière du Ravin, au toit de la couche Pilhouse; couche Grand'Baume (Trescol). Couches Portail, Minette, Cantelade et Airolle (Sainte-Barbe). Il en a été recueilli à la carrière du Ravin de très grandes portions de frondes, absolument conformes aux échantillons figurés par Brongniart; plusieurs d'entre elles sont fructifiées, et portent des sores d'*Asterotheca*, ce qui différencie nettement cette espèce du *Pec.* (*Scolecopteris*) *polymorpha* Brongt., avec lequel elle a, à l'état stérile, une assez grande analogie. Comme dans les autres espèces du genre *Asterotheca*, chaque pinnule porte deux rangées de *synangium*, une de chaque côté de la nervure médiane; mais sur les pennes terminales, où les pinnules se soudent entre elles, il semble qu'on ait, de chaque côté de la nervure médiane, deux rangées d'*As-*

terotheca, comme dans les *Goniopterites* ou *Stichopteris;* je figure pl. IX, fig. 1, 1A, un petit fragment fructifié de cette fougère, qui présente cette particularité. Cela tient à ce qu'on a affaire à de grandes pinnules composées, dans lesquelles chaque pinnule élémentaire porte de chaque côté de sa nervure médiane une seule rangée de deux *synangium* placés l'un au-dessus de l'autre. Les grands échantillons fertiles de *Pec. oreopteridia* recueillis à la carrière du Ravin sont tantôt complètement chargés de fructifications, tantôt fertiles sur leur plus grande étendue et stériles à l'extrémité des pennes, ce qui permet d'observer la nervation et de déterminer l'espèce.

Pecopteris Lamuriana. Heer. — Toit de la couche Grand'Baume (Trescol). Couches Portail et Airolle (Sainte-Barbe).

Pecopteris (*Goniopterites*) *unita.* Brongt. — Commun à la carrière Crouzette; carrière Église (Champclauson). J'en ai en outre recueilli un petit fragment à la couche du Velours (Sainte-Barbe).

Pecopteris (*Goniopterites*) *arguta.* Brongt. — Carrière Église, au toit de la couche des Lavoirs (Champclauson).

Pecopteris (*Scolecopteris*) *polymorpha.* Brongt. — Assez commun partout : Carrière Crouzette et carrière Église (Champclauson). Toit des couches Pilhouse et Grand'Baume (Trescol). Couches Portail, Minette, Cantelade, Airolle et Sans-nom (Sainte-Barbe).

Pecopteris (*Dactylotheca*) *dentata.* Brongt. — Couches Pilhouse et Grand'Baume (Trescol). Couches Velours et Cantelade (Sainte-Barbe).

Pecopteris Pluckeneti. Brongt. — Carrière Crouzette (Champclauson). Entre les couches Abilon et Grand'Baume (Trescol). Couches Portail et Minette (Sainte-Barbe).

Aphlebia crispa. Gutbier (sp.). — Carrière Crouzette (Champclauson). Couche Grand'Baume (Trescol). Montagne Sainte-Barbe, d'après M. Grand'Eury (1).

Caulopteris peltigera. Brongt. — Toit de la couche Grand'Baume (Trescol).

Ptychopteris macrodiscus. Brongt (sp.). — Carrière Crouzette Champclauson).

(1) Grand'Eury, *loc. cit.*, p. 541 (*Schizopteris lactuca*).

CALAMARIÉES.

Calamites Suckowi. Brongt. — Carrière Crouzette (Champclauson). Couches Pilhouse et Abilon (Trescol). Couche Cantelade (Sainte-Barbe).

Asterophyllites equisetiformis. Schloth. (sp.). — Carrière Crouzette (Champclauson). Couches Pilhouse, Abilon et Grand'Baume (Trescol). Couche Cantelade (Sainte-Barbe).

Asterophyllites longifolius. Sternb. (sp.). — Couche Pilhouse (Trescol).

Macrostachya carinata. Germar (sp.). — Carrière Crouzette (Champclauson).

Annularia sphenophylloïdes. Zenker (sp.). — Carrière Crouzette (Champclauson). Couches Pilhouse (Trescol). Couches Minette et Cantelade (Sainte-Barbe).

Annularia stellata. Schloth. (sp.). — Carrière Crouzette (Champclauson). Couches Pilhouse et Grand'Baume (Trescol). Couches Portail et Minette (Sainte-Barbe).

LYCOPODINÉES.

Sphenophyllum verticillatum. Schloth. (sp.) (*Sph. Schlotheimi* Brongt) (Pl. VIII, fig. 4, 4A). — Carrière de la Verrerie, au mur de la couche Abilon (Trescol). Les échantillons recueillis sont exactement conformes au type de Schlotheim, bien distincts des autres espèces du même genre par leur forme cunéiforme, arrondie au sommet ou même obovée, et par le grand nombre de leurs nervures. Je ne crois pas inutile d'en figurer un fragment (pl. VIII, fig. 4, 4A), le nom de *Sphenophyllum Schlotheimi* ayant été souvent appliqué à tort à des espèces différentes et l'espèce authentique me paraissant assez rare.

Sphenophyllum oblongifolium. Germar et Kaulf. (sp.). — Carrière Crouzette (Champclauson). Couches Minette, Velours et Sans-nom (Sainte-Barbe).

Sphenophyllum emarginatum. Brongt. — Carrière Crouzette (Champclauson). Couches Pilhouse (Trescol). Couche Velours (Sainte-Barbe).

Sphenophyllum saxifragæfolium. Sternb. (sp.). — Couche Velours (Sainte-Barbe).

Sphenophyllum Thirioni (nov. sp.). (Pl. VIII, fig. 1, 2, 2A, 3). — Carrière Crouzette et puits du Pétassas, entre la couche de la Crouzette et la couche de Champclauson. Feuilles étroitement cunéiformes, verticillées par six, étalées-dressées, longues de 25 à 40 millimètres, nettement tronquées au sommet, où elles atteignent une largeur de 8 à 15 millimètres. Ces feuilles sont partagées en lobes à peine divergents, d'abord par une échancrure médiane atteignant jusqu'à 15 et 20 millimètres de profondeur, puis par des échancrures de second et de troisième ordre, d'environ 10, puis 4 ou 5 millimètres; enfin les derniers lobes présentent des dents obtusément aiguës de 1 millimètre ou 1^{mm}, 5 de longueur. De la base des feuilles partent deux fortes nervures qui se subdivisent par dichotomie en nervules, toujours très larges et très marquées, mais peu saillantes, dont chacune aboutit à une dent. Le nombre des dents, pour chaque feuille, varie en général de 12 à 16. Tiges de 4 à 12 millimètres de largeur, entièrement lisses ou marquées de côtes longitudinales très faibles. Verticilles espacés de 15 à 30 millimètres.

Cette espèce n'a de rapports qu'avec le *Sph. longifolium* Germar, mais chez celui-ci les feuilles sont bien plus nettement cunéiformes, c'est-à-dire à bords plus divergents; elles sont ou entières, ou divisées en deux lobes simplement dentés, ou alors en plusieurs lobes beaucoup plus écartés les uns des autres (1); en outre les nervures y sont beaucoup plus fines et plus divergentes, ainsi que j'ai pu m'en assurer sur des échantillons de Zwickau qui se trouvent dans la collection du Muséum; enfin les tiges sont infiniment plus grêles et toujours marquées de côtes bien visibles.

Le *Sph. Thirioni* se distingue donc essentiellement par la forme plus étroite de ses feuilles, à lobes et à nervures presque parallèles, par ses nervures très fortes, par ses tiges très grosses et lisses ou presque lisses. Je ne l'ai encore observé, en dehors de la Grand'-Combe, qu'à Commentry, où M. Fayol en a recueilli un assez grand nombre d'échantillons, et à Blanzy. Il a été trouvé abondamment à Champclauson.

Lepidodendron sp. — Je n'ai vu à la Grand'Combe qu'un seul fragment de *Lepidodendron*, provenant de la couche Cantelade (Sainte-Barbe), et rappelant le *L. dichotomum* Sternb., mais en trop mauvais état de conservation pour pouvoir être déterminé.

Sigillaria (*Rhytidolepis*) *elongata*, var. *minor*. Brongt. — Couche Cantelade (Sainte-Barbe).

(1) Geinitz, *Versteinerungen der Steinkohlenformation in Sachsen*, pl. XX, fig. 15, 16, 17.

Sigillaria (*Rhytidolepis*) *oculata*. Schloth. (sp.). — Couche Pilhouse (Trescol). Couche Minette (Sainte-Barbe).

Sigillaria (*Rhytidolepis*) *Candollei*. Brongt. — Couches Abilon et Grand'Baume (Trescol). Couche Sans-nom (Sainte-Barbe).

Sigillaria (*Rhytidolepis*) *tessellata*. Brongt. — Couche de Champclauson. Couche Abilon (Trescol). Couche Minette (Sainte-Barbe).

Sigillaria (*Clathraria*) *Brardi*. Brongt. — Carrière Crouzette et carrière Église (Champclauson). Couche Grand'Baume (Trescol).

Sigillaria (*Clathraria*) *quadrangulata*. Schloth (sp.). (Pl. IX, fig. 3, 4). — Carrière Église, au toit de la couche des Lavoirs (Champclauson). Schlotheim a figuré sous le nom de *Palmacites quadrangulatus* (1) un fragment de tronc à surface divisée en coussinets rhomboïdaux presque carrés, munis chacun d'une cicatrice foliaire de forme à peu près carrée aussi, que beaucoup d'auteurs ont considéré comme un *Lepidodendron;* M. Weiss l'a rapporté cependant au genre *Sigillaria* et l'a même assimilé au *Sig. Brardi* (2), qui me paraît bien distinct par ses coussinets foliaires toujours allongés dans le sens horizontal, à angles latéraux aigus. Je figure, pl. IX, fig. 3 et 4, deux fragments, l'un en creux, l'autre en relief, d'une grande empreinte recueillie à la carrière Église et qui se rapporte exactement à l'espèce représentée par Schlotheim. Au premier abord on croirait avoir affaire à un *Lepidodendron*, mais on remarque que les coussinets sont entièrement dépourvus de carène, et que la cicatrice foliaire, arrondie à sa partie inférieure, présente bien la forme et les cicatricules caractéristiques des Sigillaires, ces cicatricules étant placées au-dessus de son milieu et les deux latérales étant nettement allongées et non ponctiformes. Cette espèce vient se placer dans le sous-genre *Clathraria* à côté du *Sig. Brardi*, avec lequel il ne peut, je crois, être confondu; du moins je n'ai jamais observé sur aucun échantillon de celui-ci, soit jeune, soit âgé, la moindre tendance de la part des coussinets foliaires à se rapprocher de la forme carrée, tandis que, dans l'espèce de Schlotheim, elles sont ou carrées, ou même plus allongées encore dans le sens vertical que dans le sens transversal. Je n'ai, jusqu'à présent, rencontré le *Sig. quadrangulata* que dans cette seule localité.

Sigillaria (*Leiodermaria*) *spinulosa*. Rost (sp.). — Carrière Église,

(1) Schlotheim, *Petrefactenkunde*, p. 395, pl. XVIII.

(2) Weiss, *Jahrb. d. k. preuss. geol. Landesanstalt für* 1881, p. 601. *Die Steinkohlen-führenden Schichten bei Ballenstedt.*

au toit de la couche des Lavoirs (Champclauson). — Couche Pilhouse (Trescol).

Sigillaria (*Leiodermaria*) *monostigma*. Lesq. — Couche Pilhouse (Trescol). Montagne Sainte-Barbe, d'après M. Grand'Eury (1).

Sigillariostrobus. — Carrière du Ravin, couche Pilhouse (Trescol). Fragment d'un grand cône très analogue à celui que j'ai décrit sous le nom de *Sigillariostrobus nobilis*.

Stigmaria ficoïdes. Sternb. (sp.). — Carrière Crouzette (Champclauson). Couche Abilon (Trescol). Je n'ai pas observé de *Stigmaria* à la montagne Sainte-Barbe, mais il ne peut y manquer, puisqu'il a été trouvé des Sigillaires dans les couches de ce système.

CORDAITÉES.

Cordaites borassifolius. Sternb. (sp.). — Couche Pilhouse (Trescol).

Cordaites angulosostriatus. Gr. Eury. — Carrière Église (Champclauson). Couches Pilhouse et Abilon (Trescol).

Cordaites lingulatus. Gr. Eury. — Carrière Église (Champclauson). Couches Pilhouse, Abilon et Grand'Baume (Trescol).

Cordaites foliolatus. Gr. Eury. — Carrière Crouzette (Champclauson). Couche Abilon (Trescol).

Cordaites intermedius. Gr. Eury. — Couche Pilhouse (Trescol).

Poacordaites microstachys. Goldenb. (sp.). — Carrière Crouzette (Champclauson). Couche Grand'Baume (Trescol).

Artisia angulosa. Gr. Eury. — Couche Sans-nom (Sainte-Barbe). L'échantillon recueilli, bien semblable à la figure donnée par M. Grand'Eury (2), indique la présence, dans le système de la montagne Sainte-Barbe, de Cordaïtes vrais, bien qu'il n'en ait pas été trouvé de feuilles.

CONIFÈRES.

Walchia piniformis. Schloth. (sp.) — Carrière du Ravin, au toit de la couche Pilhouse (Trescol).

(1) Grand'Eury, *loc. cit.*, p. 541.
(2) Grand'Eury, *loc. cit.*, pl. XXVIII, p. 7.

CALAMODENDRÉES.

Calamodendron cruciatum. Sternb. (sp.). — Carrière Crouzette (Champclauson). Couches Pilhouse et Abilon (Trescol). Couche Cantelade (Sainte-Barbe).

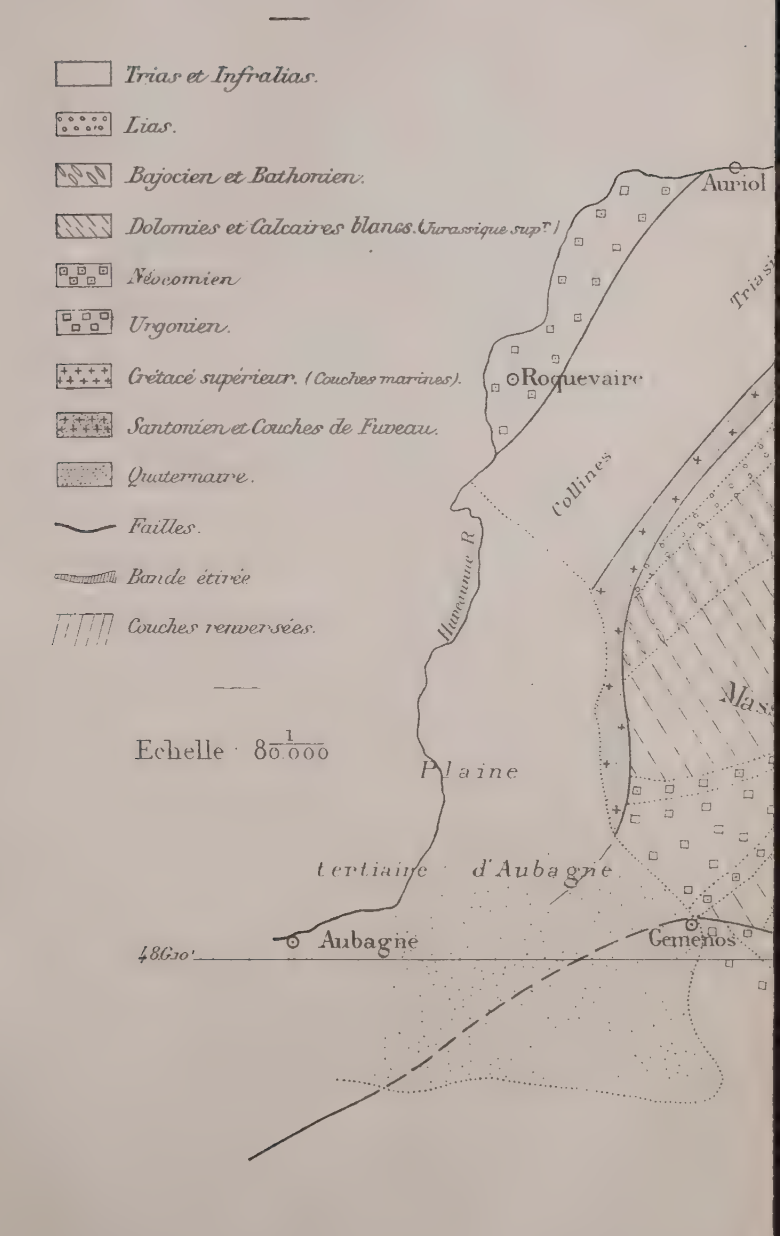
INFLORESCENCES D'AFFINITÉ DOUTEUSE.

Botryoconus. — Je signalerai enfin deux beaux épis, recueillis au toit de la couche Pilhouse à la carrière du Ravin, et semblables à ceux que M. Grand'Eury a décrits et figurés, l'un comme *Botryoconus femina*, l'autre comme *Botryoconus mas* (1).

Les indications que je viens de donner se résument dans le tableau suivant, qui permet de juger d'un coup d'œil comment les diverses espèces reconnues se répartissent entre les trois systèmes de couches.

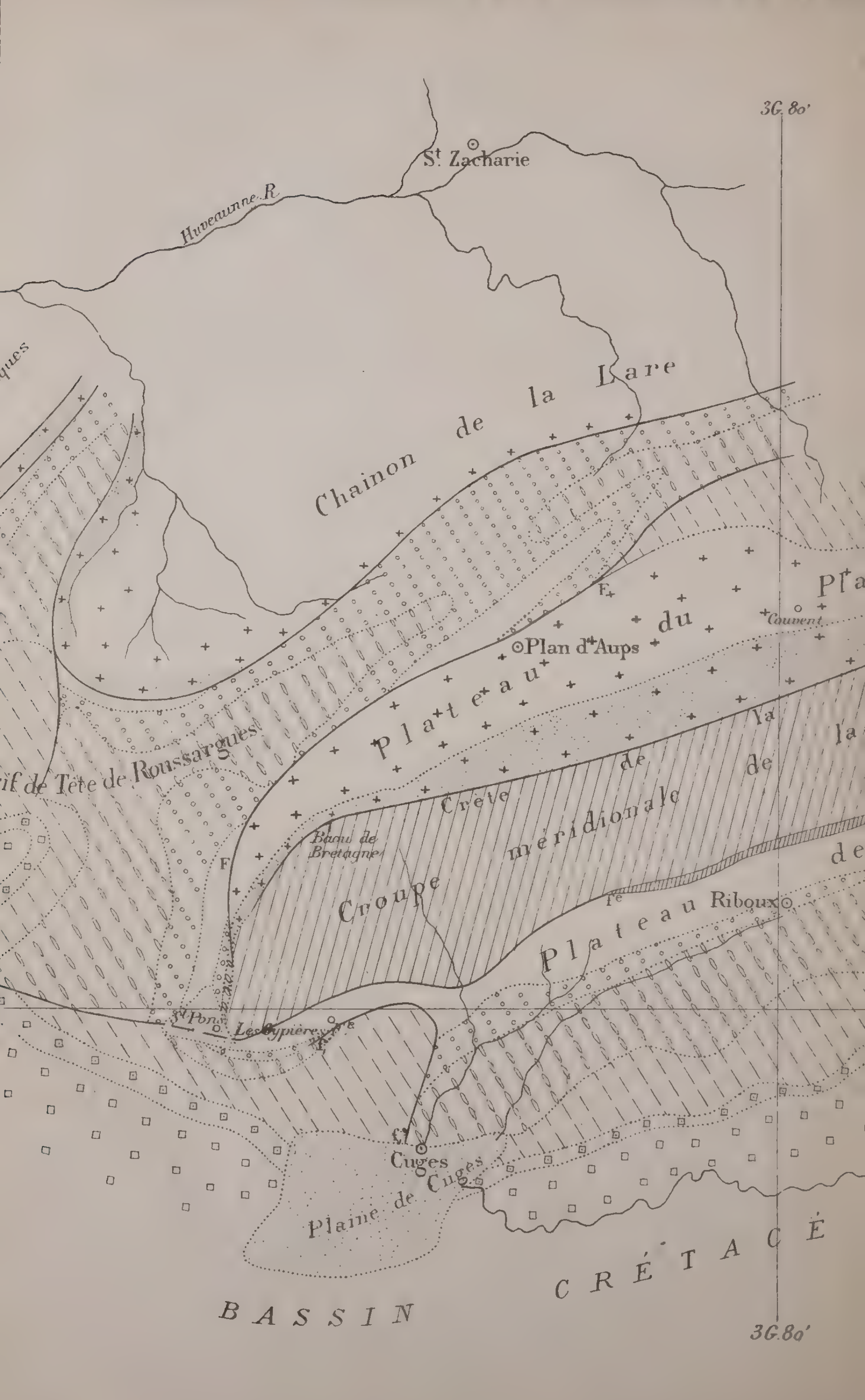
ESPÈCES RECONNUES	Système de Champclauson	Système de Trescol	Système de la montagne Sainte-Barbe
Sphenopteris chærophylloïdes			+
Sph. aff. *chærophylloïdi*	+		
Sph. cf. *nummularia*	+	?	
Nevropteris auriculata	+		
Nev. cf. *gigantea*		+	
Dictyopteris Brongniarti	+		
Dict. Schützei	+		
Odontopteris obtusa		+	
Odont. Reichiana	+		
Tæniopteris jejunata	+		
Alethopteris Grandini	+	+	
Aleth. aquilina	+	+	
Callipteridium gigas	+		
Callipt. ovatum	+	+	
Pecopteris arborescens	+	+	+
Pec. cyathea	+	+	
Pec. hemitelioïdes	+		
Pec. Candollei	+		
Pec. oreopteridia	+	+	+
Pec. Lamuriana		+	+
Pec. unita	+		+
Pec. arguta	+		
Pec. polymorpha	+	+	+

(1) Grand'Eury, *loc. cit.*, p. 279, 280, pl. XXXIII, fig. 1, fig. 2.



Gravé chez L. Wuhrer, rue de l'Abbé de l'Epée, 4

ESQUISSE GÉOLOGIQUE DE LA CHAINE DE LA SAINT



Rougiers

Nans

(calcaire à hippurites)

d^t Aups

Glacières de Fontfroide

Pic St Cassian

Exilière F^e

Beaume

Ste Beaume (couches renversées)

B^e de Papier

Taillade F^e

(infralias)

Riboux

R. de Latail

la Lauzière F^e

Château vieux

Signes

48G 10'

D U

B E A U S S E T

Fig.

N.

Fig.

Légende

N.

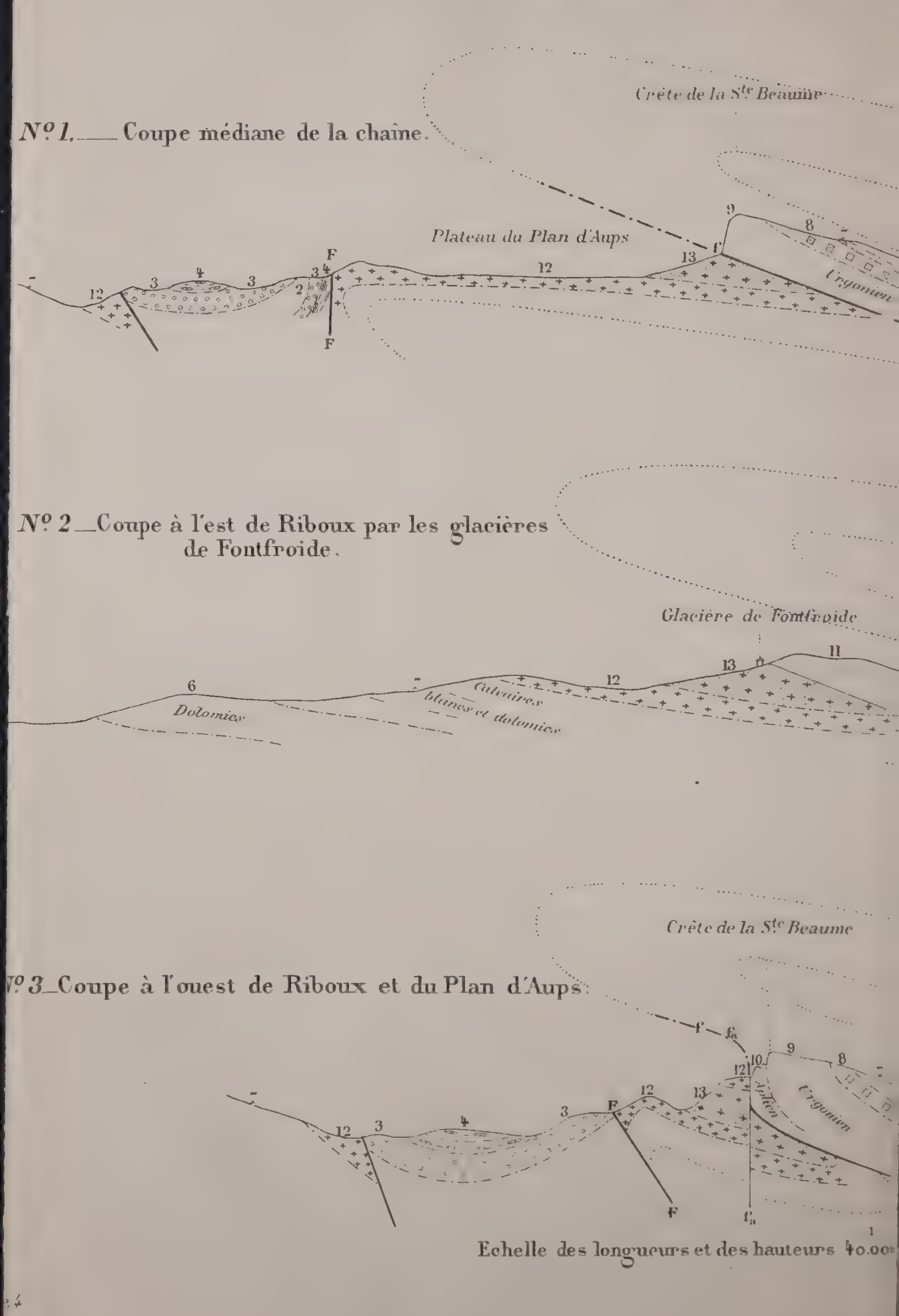
1 *Trias.*
2 *Infralias.*
3 *Lias.*
4 *Bajocien et Bathonien marneux.*
5 *Bathonien calcaire.*
6 *Dolomies jurassiques.*
7 *Calcaires blancs. (Jurassique supérieur).*
8 *Néocomien.*
9 *Urgonien.*
10 *Aptien.*
11 *Couches à* Micraster brévis (?).
12 *Calcaire à hippurites.*
13 *Santonien (grès et marnes à lignites).*
FF *faille du plan d'Aups*
ff *faille du pied de la crête.*
f_1f_1 *faille de la retombée sud du pli.*
f_e *faille faisant suite à la bande d'étirement.*
f_a *faille locale de tassement.*

Fig. N

N.

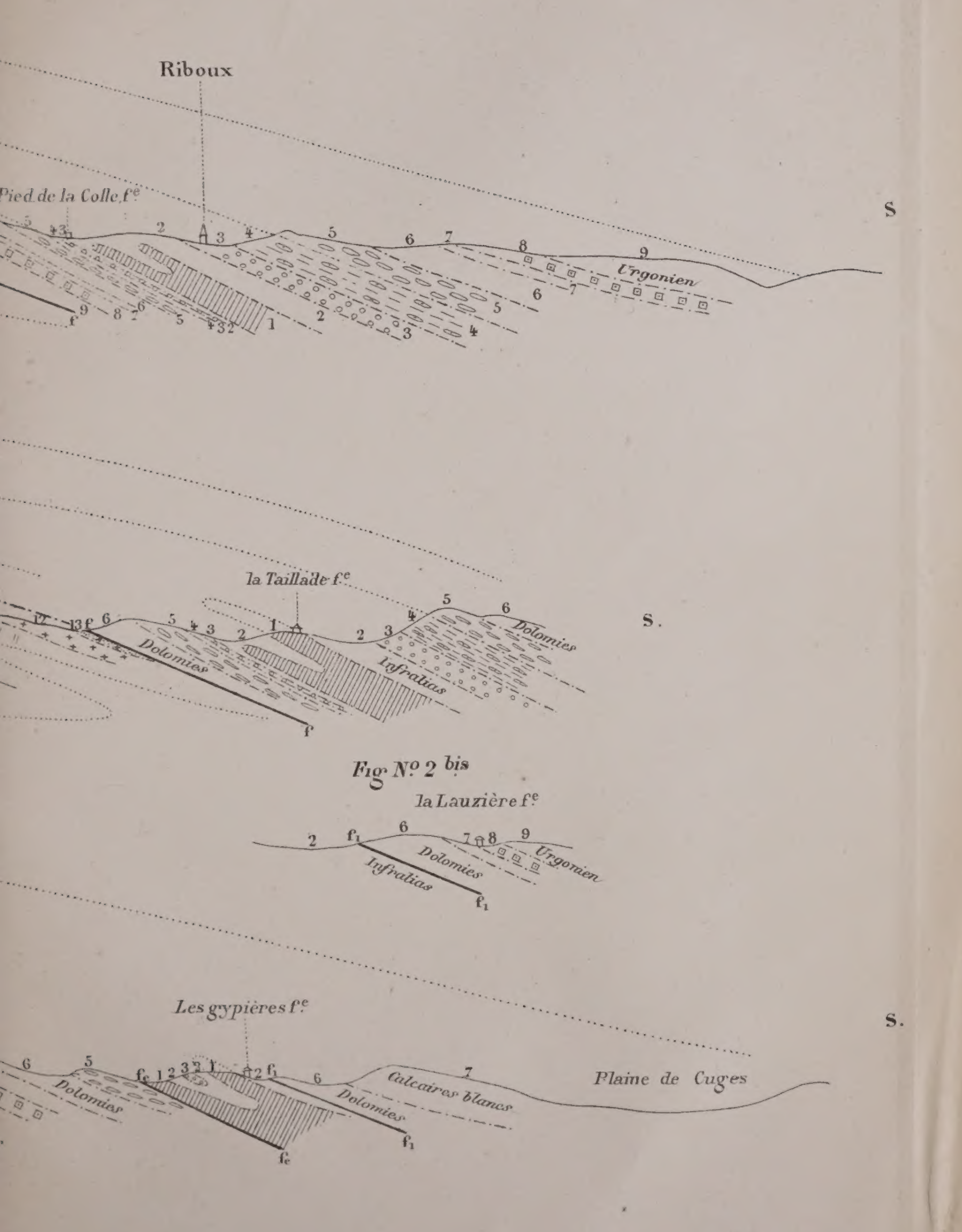
Gravé chez L. Wuhrer, rue de l'Abbé de l'Epé

COUPES DE LA CHAÎNE DE LA SAINTE



Echelle des longueurs et des hauteurs 1/40.00

Séance du 15 Décembre, 1884. T.XIII, Pl.VII .



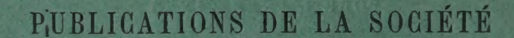
Paris_ Imp. Monrocq.

Table des articles contenus dans les feuilles 5-9 (1884-1885).

ERRATUM

Note de M. A. GAUDRY, Pl. IV et V (3 Novembre 1884). *Au lieu de* **au 1/4 de grandeur,** *lisez* : **aux 3/4 de grandeur.**

PUBLICATIONS DE LA SOCIÉTÉ



Bulletin. — Les Membres n'ont droit de recevoir que les volumes des années pour lesquelles ils ont payé leur cotisation. Ils ne peuvent se procurer les autres qu'en les payant (Art. 58 du règl.).

La 1re *série* (1830-1843) est composée de 14 vol., qui, pris séparément, se vendent :

	Aux Membres.	Au public		Aux Membres.	Au public
Le t. I, épuisé.			Le t. IX..............	15 fr.	25 fr.
Le t. II...............	20 fr.	30 fr.	Les t. X et XI chacun.	10	20
Le t. III..............	30	50	Le t. XII.............	20	30
Les t. IV, V et VI, épuisés.			Le t. XIII épuisé......		
Les t. VII et VIII.....	10	20	Le t. XIV............	5	10

La 2e *série* (1844-1872) comprend 29 vol., qui, pris séparément, se vendent :

	Aux Membres.	Au public		Aux Membres.	Au public
Les t. I, II, III et IV épuisés.			Le t. XVIII...........	20	40 fr.
Le t. V...............	20 fr.	40 fr.	Le t. XIX épuisé.		
Les t. VI à XI, chacun..	10	30	Le t. XX..............	30 fr.	50
Le t. XII..............	20	40	Les t. XXI à XXIX, ch.	10	30
Les t. XIII à XVII chac.	10	30			

La 3e *série* (1873) est en cours de publication.

	Aux Membres.	Au public		Aux Membres.	Au public
Les t. I à XII, chacun.	10 fr.	30 fr.	Le t. XIII............	»	30 fr.

Mémoires. 1re *série*, 5 vol. in-4° (1833-1843). Le prix est de 120 fr. pour les Membres, de 200 fr. pour le public. La 1re partie du t. I et la 2e du t. II *ne se vendent pas séparément*. Le prix de chacune des autres parties est de 10 fr. pour les Membres, et de 18 fr. pour le public.

2e *série*, 10 vol. in-4° (1844-1877). Les t. I et II, III (1re partie), et VI (2e partie) sont épuisés. Le prix des autres demi-volumes des t. III à VI est de 8 fr. pour les Membres, de 15 fr. pour le public. Les t. VII à X se vendent :

	Aux Membres.	Au public		Aux Membres.	Au public
T. VII. — (Complet).	20 fr.	40 fr.	T. IX. — Mémoire n° 2	1 50	2 fr ,50
Mémoire n° 1 ne se vend pas séparément.			Mémoire n° 3	5 fr.	10
Mémoire n° 2	7	13	Mémoire n° 4	4	8
Mémoire n° 3	8	15	Mémoire n° 5	7	12
T. VIII. — Mémoire n° 1	8	15	T. X. — Mémoire n° 1	5	10
Mémoire n° 2	6	11	Mémoire n° 2	5	10
Mémoire n° 3	8	17	Mémoire n° 3	6 50	12
T. IX. — Mémoire n° 1	8	15	Mémoire n° 4	12	30

3e *série*, en cours de publication (1877).

	Aux Membres.	Au public		Aux Membres.	Au public
T. I. — Mémoire n° 1	3 fr.	8 fr.	T. II. — Mémoire n° 1	5 fr.	8 fr.
— Mémoire n° 2	5	12	— Mémoire n° 2	3	5
— Mémoire n° 3	8	20	— Mémoire n° 3	12	25
— Mémoire n° 4	3	6	— Mémoire n° 4	4	7
— Mémoire n° 5	5	10	T. III. — Mémoire n° 1	8	15
			— Mémoire n° 2	4	7

F. AUREAU. — IMPRIMERIE DE LAGNY.